00027221

THE
ASIATIC SOCIETY OF BOMBAY
Town Hall, Bombay.

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 16 January, 2016

ROYAL

DISCOURS ET LEÇONS

SUR,

L'INDUSTRIE, LE COMMERCE,

LA MARINE,

ET SUR LES SCIENCES APPLIQUÉES AUX ARTS.

II.

2 vols

DISCOURS ET LEÇONS

SUR

L'INDUSTRIE, LE COMMERCE, LA MARINE,

ET SUR LES SCIENCES APPLIQUÉES AUX ARTS;

PAR LE BARON *CHARLES DUPIN*,

Membre de l'Institut de France, Académie des Sciences; ex-Secrétaire de l'Académie Ionienne, Associé étranger de l'Institut de Naples, Associé honoraire de la Société royale d'Édinburgh, de l'Académie royale d'Irlande, de la Société des Ingénieurs civils de la Grande-Bretagne, et de la Société des arts utiles de l'Écosse, Membre des Académies royales des Sciences de Stockholm, de Turin, de Montpellier, etc., de la Société des arts de Genève, de la Société d'Encouragement pour l'Industrie française, Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures de France, Professeur de Mécanique au Conservatoire, Officier supérieur au corps du Génie maritime, Officier de la Légion-d'Honneur et Chevalier de Saint-Louis.

VOL II

RRC

27221

ac

TOME SECOND.

PARIS,

BACHELIER, LIBRAIRE, SUCCESSEUR DE M^me^. V^e^. COURCIER,

QUAI DES AUGUSTINS, N°. 55.

1825.

Ft629-8
Dup/Dis
27221
Ref
658.561
338.45
00027221

RECUEIL DE DISCOURS

SUR

L'INDUSTRIE, LE COMMERCE,

LA MARINE ET LES SCIENCES.

NEUVIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE D'OUVERTURE DU NOUVEL ENSEIGNEMENT DES SCIENCES APPLIQUÉES AUX ARTS, LE 2 DÉCEMBRE 1820.

INTRODUCTION

AU COURS DE MÉCHANIQUE

APPLIQUÉE AUX ARTS.

MESSIEURS,

LA méchanique, telle que nous devons la montrer dans notre cours, a pour objet de considérer les forces de l'homme et celles de la nature, dans leur application aux usages de la vie ainsi qu'aux travaux des arts. Nous parlerons en premier lieu des forces de l'homme :

les unes sont physiques ou matérielles, les autres morales ou intellectuelles.

Jusqu'ici, la philosophie rationnelle a composé son domaine, de l'examen exclusif des facultés intellectuelles de l'homme; la philosophie naturelle a rangé dans le sien toutes les forces physiques des êtres animés ou inanimés.

Pour arriver aux applications dont nous devons exposer les principes, faire connaitre l'esprit et démontrer les résultats, nous emprunterons à ces deux philosophies tout ce qu'elles pourront nous présenter d'utile. Sans nous égarer en de vaines recherches, sur des causes premières qui nous sont encore et nous seront probablement à jamais inconnues, nous songerons seulement à bien étudier et à bien juger des effets appréciables. Nous considérerons comme autant de faits, tout ce que l'observation nous apprend sur les forces intellectuelles, et sur les secours qu'elles peuvent nous offrir dans la direction de nos forces physiques.

Vous serez étonnés peut-être en me voyant ranger nos facultés mentales parmi les forces que la méchanique usuelle doit faire entrer dans ses considérations.

Cette puissance intellectuelle, source de nos pensées et moteur de notre vie, cette puissance

mentale que les peuples les plus sages ont regardée comme une émanation de la divinité même, qui doit retourner à sa sublime source après notre mort, l'âme en un mot, lorsqu'elle fait agir nos sens, les fait agir par des moyens purement méchaniques. Les opérations de notre entendement ont pour la plupart emprunté leurs noms, soit à la science de l'équilibre, soit à la science du mouvement. Le nom même de la pensée vient d'un mot qui signifie l'action de balancer, de peser, pour découvrir l'équilibre, le poids, la valeur des choses.

La mémoire, les mœurs et la morale, ont tiré leurs noms d'une même origine, de *mora* qui signifie l'action de s'arrêter, de demeurer en quelque endroit, d'y rester en repos. Ainsi la faculté par laquelle les idées s'arrêtent, demeurent dans l'esprit, constitue la *mémoire*. Les affections, les coutumes, les croyances qui s'arrêtent, qui demeurent dans la pensée de l'homme, et qu'on voit demeurer également dans ses actions, forment les habitudes générales qui constituent les *mœurs*. La science de ces habitudes permanentes chez les individus, les peuples, l'espèce humaine toute entière, et les règles immuables d'équilibre, d'ordre, de repos, de bien-être, qui en résultent pour la société, constituent la *morale*.

Certaines facultés intellectuelles dépendent du mouvement. Je n'en examinerai qu'une seule.

L'attention, mot qui veut dire littéralement l'action matérielle de tendre vers un objet, ne signifie à proprement parler que la force physique avec laquelle nos organes tendent vers les objets de nos sensations.

Nous avons cinq sens, c'est-à-dire, cinq organes méchaniques qui mettent les objets extérieurs en communication avec notre puissance intellectuelle; nous avons donc cinq espèces d'attention, toutes également distinctes, toutes également méchaniques.

Nous avons l'attention de l'oreille pour comprendre par le sens de l'ouïe. Ainsi nous tendons l'oreille pour mieux ouïr. Comme on ouït plus aisément lorsqu'on ouvre la bouche, les peintres et les poëtes ont soin de représenter le plus haut degré d'attention, par une figure ayant la bouche béante.

Virgile, voulant exprimer l'extrême attention des auditeurs d'Énée, s'exprime ainsi :

Conticuere omnes, intentique ora tenebant.

Ils se turent, ils tinrent leur bouche attentive; leur bouche même entendait!

Il y a l'attention de la vue, comme celle de l'oreille. Cette attention peut être portée

au plus haut degré de puissance; chez le graveur, par exemple, chez le peintre en miniature, chez l'observateur astronome, chez le grand général que la nature a doué du coup d'œil militaire, chez le manufacturier qui surveille ses ouvriers, chez le propriétaire qui surveille ses possessions. Le profond La Fontaine a décrit avec charme un effet de ce genre. Après nous avoir peint tous les valets d'une ferme qui visitent une étable, sans y découvrir un cerf caché sous la crèche, il nous montre le maître qui fait ensuite sa ronde avec une force d'attention commandée par l'intérêt personnel, et qui bientôt aperçoit le cerf. Alors La Fontaine s'écrie :

Rien n'est tel que l'œil du maître ;

C'est-à-dire, rien n'est tel que la force d'attention excitée par l'intérêt personnel, dans l'organe de notre vue.

Je pourrais également vous parler de l'attention des organes de l'odorat, du goût et du toucher.

Tous ces genres d'attention sont des forces physiques qu'il est possible d'augmenter beaucoup; soit par l'éducation, c'est-à-dire, par une série d'habitudes bien dirigées et bien graduées; soit par l'effet des besoins matériels.

Ainsi, le besoin d'échapper au danger, ou de sortir de l'obscurité, donnent une énergie prodigieuse aux sens de l'ouïe, de la vue, du toucher et de l'odorat. La crainte de l'empoisonnement donne la même énergie à la force d'attention dont le sens du goût est susceptible.

L'intérêt personnel suffit pour procurer, en des circonstances moins graves, une force, une durée, une perfection très-grandes, à l'attention de nos sens. La mécanique industrielle doit étudier cette force, afin d'en tirer avantage.

En travaillant pour un maître, les ouvriers ne sont en général attentifs qu'à leur intérêt propre. Il faut donc que le maître mette sa prudence et son habileté, lorsqu'il organise ses ateliers et ses manufactures, à concilier avec ses intérêts, ceux des hommes qu'il emploie. Veut-il que l'attention des travailleurs se porte sur la quantité d'ouvrage à faire? qu'il les paie d'après cette quantité. Veut-il que cette attention se porte sur le fini de l'ouvrage? qu'il les paie d'après ce fini. Qu'il paie les uns pour aller vîte, les autres pour examiner si les premiers vont à la fois vîte et bien.

Des deux genres d'attention que le maître sait ainsi mettre en conflit, naîtra bientôt un état d'équilibre qui sera la perfection de ses produits.

Les passions ont une force prodigieuse pour exciter et soutenir l'attention de l'homme. Il en est plusieurs que le chef d'un atelier doit mettre en jeu pour atteindre à son but. L'intérêt personnel, dont je viens de parler; l'amour-propre, en louant, en honorant, l'activité, la probité, l'intelligence de ses ouvriers; la gratitude, en s'occupant de leur bien-être, de leurs besoins, de leurs malheurs; la crainte, en punissant les paresseux, en réprimant les indociles, en chassant les vicieux.

Il faut que les hommes de toutes les professions apprennent à diriger, à fortifier l'attention de leurs sens; il faut que, dès l'enfance, ils se livrent à cet utile apprentissage. Ce sont aussi les passions que l'instituteur appelle à son secours, et qu'il emploie pour former l'adolescence à la théorie comme à la pratique des arts. C'est la peur, s'il veut former des lâches; c'est l'émulation, s'il veut former des hommes. Les coups et le déshonneur, le fouet et les oreilles d'âne, sont les armes de l'un; la préséance, une simple médaille, une couronne de laurier, un prix, sont les armes de l'autre. La différence de soins et de succès, qu'on observe dans les écoles, suivant ces divers modes d'éducation, se remarque dans les ateliers où l'on forme des

apprentifs. Là, c'est par le bâton qu'on façonne leur force d'attention; ailleurs, c'est par la bonté, la douceur, les encouragements; et ces derniers moyens sont toujours les plus efficaces.

Je ne veux pas ici pousser plus loin l'examen de l'influence qu'aurait sur les progrès de nos arts, l'étude approfondie d'une seule des facultés de l'homme. Toutes nos facultés offrent le même intérêt et peuvent produire des avantages du même genre.

J'essaierai quelque jour de présenter, dans son ensemble, l'art raisonné de former et de conduire des ouvriers, dans les travaux de l'industrie. Si mon espoir n'est point trompé, ce travail ne sera pas sans quelque utilité pour le bonheur d'une classe nombreuse, qui contribue si puissamment à la richesse, à la splendeur de notre patrie.

Dans le cours des travaux que vous aurez à faire par vous-même, ou que vous ferez exécuter par d'autres, ne perdez jamais de vue l'alliance indispensable des forces intellectuelles et des forces physiques, pour les perfectionner l'une par l'autre.

Il n'existe peut-être aucun genre de travaux opérés par l'homme, où ces deux espèces de force ne soient combinées, afin de se prêter un mutuel secours. Mais, quoiqu'elles soient pres-

que toujours employées en même temps, elles le sont dans des proportions qui varient à des degrés pour ainsi dire infinis.

Tantôt, comme dans les travaux des beaux-arts, tels que le dessin, la peinture et la composition musicale, il faut faire un très-grand emploi de la force intellectuelle, et un emploi très-médiocre de la force corporelle. Dans quelques arts, tels que la sculpture et certaines constructions d'architecture, il faut faire un grand emploi des deux forces; enfin, dans beaucoup d'autres, il faut principalement se servir de ses facultés physiques.

A mesure que ces métiers ou ces arts ont été créés et développés, ils ont pris un rang plus ou moins élevé dans l'opinion des hommes. L'on a généralement placé plus haut ceux qui demandaient les plus grandes actions de la force intellectuelle. Ainsi, l'on a regardé les travaux d'invention comme supérieurs aux travaux d'imitation; ainsi, l'on a placé tous ceux qui demandent une plus grande puissance d'attention, de mémoire, de jugement et d'imagination, au-dessus de ceux qui ne demandent qu'un grand effort pour tirer, presser, pousser ou frapper; en un mot, pour agir matériellement.

C'est par une suite naturelle de ces idées qu'on a divisé le domaine de l'industrie en

trois grandes classes, suivant la nature des facultés qu'on doit principalement mettre en jeu pour exceller dans chaque profession. Les beaux-arts, dans lesquels il faut déployer surtout de l'imagination et du goût; les arts libéraux, qui demandent un emploi plus spécial de la raison, de la mémoire, de la réflexion, et qui ne peuvent réussir que par un complet et libre exercice de nos facultés intellectuelles; enfin les arts méchaniques, ainsi nommés, parce qu'ils exigent surtout le concours de la main (μεχανή).

Dans l'enfance de la société, les arts commencent par être purement méchaniques; ensuite l'imagination de l'homme décore, embellit, par ses créations, les produits matériels, et donne naissance aux beaux-arts. Les arts libéraux, fruit de l'observation, et des comparaisons multipliées, et des études profondes, sont les derniers à naître, à se développer et à mûrir.

Lorsque l'industrie fait des progrès, on voit, peu à peu, quelques arts cesser d'appartenir à la classe simplement méchanique, pour s'élever au rang des arts libéraux ou des beaux-arts. Ce progrès est un des signes les plus certains de la marche des sociétés vers la civilisation. Il conduit à l'alliance du savoir avec l'industrie; alliance dont les cours du

conservatoire ont surtout pour objet de vous faire bien connaître la nature et les avantages.

Afin de vous offrir, au sujet de cette marche progressive, un exemple remarquable et récent encore, je choisirai les arts des travaux publics, élevés, avec le temps et par leurs vastes progrès, du rang d'arts mécaniques au rang d'arts libéraux, et même de beaux-arts, dans quelques-unes de leurs parties.

Les ingénieurs chargés d'exécuter les travaux publics de la guerre, de la marine, des ponts et chaussées, ou des mines, étaient d'abord de simples maîtres-ouvriers, habiles à fabriquer eux-mêmes des machines de toute espèce : machines qu'on appelait, en vieux gaulois, des *engins;* d'où sont dérivés les noms d'*enginieur* et d'*ingénieur,* fabricateur, exécuteur d'engins.

Lorsqu'une longue pratique, et l'habitude de la réflexion eurent fait connaître quelques lois mathématiques importantes à suivre dans ces fabrications, et des règles d'art qu'il convient d'observer dans l'exécution des travaux publics, il fallut joindre des études scientifiques de plus en plus relevées à ce savoir pratique des *enginieurs;* il fallut leur donner une instruction première de plus en plus développée et profonde. Le rang des mêmes hommes changea

dans la société. Ils cessèrent d'être considérés comme des maîtres terrassiers, ou des maîtres charpentiers, ou des maîtres appareilleurs; et le nom d'ingénieur devint, dans la société, le synonyme d'officier distingué par son savoir autant que par l'importance et par la dignité de ses fonctions.

Un progrès analogue à celui qu'ont fait les arts des travaux publics, s'est opéré dans la plupart des arts de la vie civile. Les chirurgiens qu'autrefois les médecins regardaient avec une sorte de mépris, n'étaient dans l'origine que des ouvriers méchaniques, qui se nommaient modestement barbiers-baigneurs ou étuvistes. Mais, en développant, en approfondissant, en perfectionnant l'art de la chirurgie, en rattachant ses progrès à ceux des sciences naturelles, les artistes célèbres qui ont honoré cette profession, si nécessaire à l'humanité, l'ont fait monter au rang le plus distingué parmi les professions libérales.

Beaucoup d'arts, considérés encore aujourd'hui comme des métiers purement méchaniques, sont susceptibles de s'élever par une marche analogue. Voilà le but que je dois indiquer à vos efforts, et proposer à votre ambition. Vous rendrez, en l'atteignant, de très-grands services à notre industrie, et à la

société. Vous accroîtrez de plus en plus, le savoir, la fortune, l'indépendance et la dignité d'autant de classes de cette industrie. Vous multiplierez le nombre des emplois où les hommes peuvent donner un grand exercice à leurs facultés intellectuelles. Ainsi s'accroîtra la partie éclairée et pensante des hommes industrieux; En devenant plus nombreux, plus riches, plus respectables, ils deviendront aussi plus respectés; et la place occupée par ces hommes utiles, s'élèvera de plus en plus vers un degré d'estime et de considération, réclamé par les progrès de nos connaissances et par les besoins du bon ordre social.

On a prétendu que les simples ouvriers, employés dans les arts méchaniques, ne devaient recevoir que les moindres notions possibles sur tout ce qui pourrait développer leur esprit, exercer leur intelligence et faciliter leur mémoire. On a regardé presque avec horreur, et comme un projet abominable, l'idée de montrer à lire, à écrire, et surtout à compter aux ouvriers. Comme s'ils pouvaient devenir moins bons artisans, en acquérant des moyens meilleurs de connaître ce qu'ils ont fait, ce qu'ils font et ce qu'ils ont à faire !... Quand même certaines parties de l'instruction donnée aux gens de métier ne leur seraient pas immédiatement

utiles, parce qu'on n'a su, parce qu'on n'a pu les employer jusqu'à ce jour, que comme des animaux sans intellect; cette instruction, une fois donnée, leur deviendrait bientôt profitable. En effet, l'homme est appelé par la nature à tirer parti de toutes ses facultés, suivant l'état d'énergie où elles se trouvent développées en lui. Or, chacun des progrès de vos ouvriers sera pour vous un accroissement de richesse; il diminuera les peines que vous devrez vous donner, pour leur faire comprendre vos vues, vos plans, vos moyens d'exécution. C'est donc pour vous-mêmes, c'est pour la prospérité de vos ateliers et de vos manufactures que vous aurez travaillé, quand vous aurez procuré des éléments d'instruction aux individus de la classe ouvrière.

Vous le voyez, Messieurs, les grandes améliorations, dont je viens de vous offrir l'idée, seront le fruit des travaux et des conquêtes de nos facultés intellectuelles, pour prendre une part de plus en plus importante dans le domaine de l'industrie, originairement possédé, exploité par la seule force physique.

A ces premières observations je dois ajouter une réflexion, qui, pour les directeurs d'ateliers et de manufactures, me paraît être du plus grand intérêt.

Dès qu'un établissement d'industrie a quelque étendue, soit qu'il exige un matériel considérable, soit qu'il exige un personnel nombreux d'artisans, de porteurs, de gardiens, etc., il faut des chefs et des sous-chefs d'ouvrage, d'inspection, de comptabilité. Ces chefs, ces sous-chefs doivent tous savoir lire, écrire et compter, pour tenir note des ordres, des commandes qu'ils reçoivent et qu'ils transmettent, des distributions, des recettes, des paiements et des simples laissez-passer dont ils sont chargés.

Si, parmi les ouvriers employés, il ne s'en trouve qu'un fort petit nombre qui possèdent ces premiers éléments d'instruction, la lecture, l'écriture et l'arithmétique, il n'y a plus de choix possible. Souvent, alors, pour tenir des registres ou pour diriger des travaux, on sera forcé de prendre des hommes privés d'intelligence, et laissant beaucoup à désirer quant à la conduite et quant au caractère; tandis qu'il y a peut-être, dans l'établissement d'industrie ainsi livré à l'inoptie des sous-ordres, des sujets pour qui la nature fut prodigue de ses dons, en esprit et en moralité; mais qui, ne connaissant pas même l'*a, b, c*, ni l'addition, sont obligés de végéter au dernier rang de leur profession manuelle.

En supposant que le chef de tout établissement industriel de quelque importance, ne consultât que son pur intérêt, positif, matériel, il devrait donc *par économie* faire apprendre à tous ses ouvriers, la lecture, l'écriture et l'arithmétique. Bientôt il se verrait secondé par des hommes d'une intelligence plus développée; il serait surpris de voir les procédés mécaniques dont ses fabrications se composent, perfectionnés avec une énergie, une rapidité toutes nouvelles, dans cette foule de détails dont l'amélioration ne peut dépendre que de l'ouvrier même qui les exécute. Il trouverait d'autres ouvriers qui s'élèveraient plus haut encore, et reculeraient plus loin les bornes de chaque genre d'industrie confiée à leur labeur. Tous ces progrès, je le repète, tourneraient au profit du chef d'atelier et de manufacture qui aurait ouvert ainsi la carrière à ses ouvriers, en leur donnant le bienfait des éléments les plus simples d'une instruction primitive.

Ajoutons encore que les sciences et les arts les plus relevés devraient souvent, à cette étendue, à cette multiplicité d'instruction, des sujets qui, sans cela, n'auraient jamais perdé l'obscurité de la situation où le sort et l'ignorance les auraient irrévocablement relégués.

Si nous prenions ici la liste de tous les hom-

mes qui ont signalé leur génie, dans les sciences et dans les arts, nous verrions qu'un grand nombre est sorti des rangs de cette classe modeste dans laquelle l'aisance est réduite au strict nécessaire, et surtout de la classe encore plus défavorisée de la fortune, qui n'a pour unique ressource qu'un travail opiniâtre et de tous les moments.

Oui, messieurs, la plupart de ces hommes illustres qui ont tant ajouté à la gloire de leur pays, par leurs découvertes et par leurs chefs-d'œuvre, ils sont nés dans la médiocrité; et, plus souvent encore, dans les rangs de la pauvreté. Cette humble origine, dont quelques-uns ont le malheur de rougir, elle est leur plus beau titre de gloire; elle montre tout ce qu'ils avaient à faire, pour lutter contre leur mauvais sort, et triompher de la fortune, par la seule puissance de leur génie.

C'est ainsi, messieurs, que la France a vu se former l'immortel Dalembert. Abandonné de ses parents dénaturés, mais recueilli par pitié chez une pauvre vitrière, il devient, grâces à son talent, membre des premières académies de l'Europe, correspondant de Frédéric le Grand et de Catherine la Grande. C'est en vain qu'alors une dame de haut parage, ramenée par la vanité à l'étalage de l'amour maternel, ré-

clame l'honneur d'avoir donné le jour au savant qui, recherché des rois et des hommes illustres, s'est fait leur ami, en s'élevant à leur niveau. Dalembert repousse cette haute origine. Il veut rester l'enfant trouvé de la bonne vitrière, habiter près d'elle; et s'honorer des commencements de sa vie, avec autant de soin que des savants moins illustres en mettent à cacher la rougeur de leur front, et le dépit de leur cœur, quand on parle devant eux d'offrir à l'enfant du pauvre les moyens de sortir, par son talent, de son humble position.

Cependant, messieurs, si la bienfaitrice du grand Dalembert, si la vitrière, au lieu de lui faire apprendre à lire et de lui mettre une plume à la main, l'avait contraint, sans relâche, à tailler des vitres, et à mastiquer des carreaux, en lui disant qu'un ouvrier n'a besoin de rien savoir, et qu'il ne faut pas qu'un manouvrier cherche à sortir de son état, la France n'aurait point saisi le sceptre des sciences mathématiques : sceptre que Dalembert a porté quarante ans, et qu'il a transmis à ses dignes successeurs pour la gloire de la France et la perfection de tous les arts géométriques et méchaniques.

Eh bien, messieurs, que chacun de nous se dise à lui-même : parmi ces jeunes enfants qui commencent dans mes ateliers, peut-être est-il

un Dalembert. Parmi ces ouvriers dont la dextérité s'évertue à m'enrichir, peut-être est-il un Vaucanson. Je puis les donner à ma patrie. Je puis, en répandant sur elle cette gloire immortelle, servir mes propres intérêts ! Ne balançons pas un instant ; et soignons, fécondons, favorisons, par tous les moyens dont nous sachions disposer, le développement des facultés intellectuelles de nos jeunes élèves : facultés qui, seules, pourront élever notre industrie au plus haut degré de la prospérité.

Dans le siècle dernier, quelques hommes qui prétendaient au titre de philosophe, entraînés par une vaine manie du paradoxe, et par le désir de renverser toutes les idées reçues, ont voulu nous persuader qu'il fallait, au contraire, accorder le plus d'estime aux travaux qui demandent le plus grand emploi de nos forces physiques.

Si l'on veut réduire cette discussion à des prééminences fondées sur des considérations plus ou moins vagues, plus ou moins ingénieuses, avec un esprit subtil et des formes entraînantes, on pourra rendre la dernière opinion aussi plausible que la première.

Mais, dans l'esprit d'application qui doit toujours être notre guide, nous n'envisagerons pas une telle discussion sous le point de vue d'une

vaine prééminence entre les œuvres de la main et du cerveau, de la matière et de la pensée. Nous ramènerons la question à des éléments beaucoup plus simples.

Que serait l'homme, et que pourrait-il faire, s'il était réduit à ses simples facultés instinctives et physiques? Qu'est-il et que peut-il faire en ajoutant à ces facultés toutes celles de son intelligence? C'est l'histoire de l'industrie qui va, dès à présent, nous fournir la réponse à ces questions importantes; c'est l'ensemble même des connaissances qui seront développées dans ces leçons, qui nous montrera dans leurs détails, les résultats de ce concours de toutes nos facultés, pour augmenter notre bien-être, nos plaisirs, et notre puissance.

S'il fallait en croire les historiens de l'âge d'or, les hommes des temps héroïques auraient été beaucoup plus forts que les hommes des premiers temps ultérieurs; et ceux-ci, néanmoins, plus forts encore que les hommes des temps civilisés. Ainsi, les progrès de la société n'auraient eu d'autres résultats que de faire dégénérer l'espèce humaine.

C'était aussi l'opinion de quelques philosophes du siècle dernier, lesquels, se formant des idées chimériques sur l'état de nature, se plaisaient à douer l'homme qui vit dans la liberté des sau-

vages, d'une force plus grande que celui dont tous les mouvements sont gênés par des entraves sociales, depuis le maillot et le berceau jusqu'au linceuil et à la tombe.

Aujourd'hui qu'on sait mesurer des efforts méchaniques par des instruments exacts *, l'expérience nous prouve ** que la force physique des sauvages est sensiblement moins grande que celle des hommes civilisés.

Ainsi, l'expérience même nous confirme dans cette idée que la raison seule aurait dû faire adopter : la force corporelle de l'homme, loin de décroître par les effets de la civilisation, s'accroît, au contraire, soit par l'exercice d'un travail que la prudence dirige et modère, soit par les effets d'un genre d'existence où, grâce à notre prévoyance et à notre savoir, nos besoins sont satisfaits avec régularité, nos maux guéris dès leur naissance, et nos infirmités soulagées ou prévenues.

Ce n'est pas qu'on puisse espérer, par tous ces moyens réunis, de produire un très-grand changement dans la force matérielle absolue dont l'homme est susceptible. C'est à l'aide de nos facultés intellectuelles qu'on peut faire pro-

* Les dynamomètres.

** Voyages des capitaines Baudin et Freycinet.

duire à cette même force, des effets incomparablement supérieurs; non-seulement chez quelques hommes privilégiés de la nature; mais chez des peuples entiers, dont la raison très-cultivée s'applique à développer à la fois toutes les facultés qui sont propres à nous élever au-dessus de nous-mêmes. C'est ce dont l'éducation de quelques peuples de l'antiquité nous offrira l'exemple.

Sans remonter maintenant à des époques éloignées; jetons les regards autour de nous: nous verrons, dans les actions les plus communes de la vie, et dans tous les travaux des arts, que, sans accroître sa force absolue, l'homme peut en augmenter singulièrement les effets, par les secours que lui prête une heureuse intelligence.

Lorsqu'on observe avec soin les travaux d'un atelier nombreux, on est frappé de la différence des résultats obtenus par les divers ouvriers qui les exécutent. On voit quelques hommes, doués, par la nature, d'une très-grande force matérielle, s'épuiser en efforts prodigieux, et néanmoins n'effectuer qu'un travail également médiocre, soit pour la quantité de l'ouvrage, soit pour la qualité de l'exécution.

On voit d'autres hommes, dont le corps grêle ou la complexion délicate ne promet guère de

grands efforts physiques; mais qui compensent ce défaut par une rare intelligence; et par l'habitude d'observer, de comparer, de réfléchir. Ils ne perdent pas un seul mouvement; ils n'appliquent à la production de chaque effet particulier, que la portion de forces strictement nécessaire; ils évitent et les faux coups, et les pressions superflues, et les frottements inutiles ou contraires. Par cette économie de leurs moyens, ils font plus vite, plus parfaitement et avec peu de fatigue, ce que les travailleurs les plus robustes s'épuisent à produire, quand le savoir et l'adresse ne viennent pas à leur secours.

Des dispositions naturelles à l'observation, une dextérité dont la source est dans la souplesse de certaines articulations, dans l'aisance et la précision de certains mouvements, doivent rendre moins long et moins imparfait l'apprentissage des arts méchaniques. Mais, dans cet apprentissage même, où trop souvent on confie tout au hasard, au temps, à la routine, la science peut offrir d'utiles enseignements pour atteindre, par une voie plus sûre, plus directe et plus facile, au but dont, sans elle, on ne peut approcher que par des à peu près et des tâtonnements.

C'est au directeur d'ateliers et de manufac-

tures à faire, au moyen de la méchanique appliquée, une étude spéciale de tous les moyens d'économiser les forces de ses ouvriers; il y gagnera doublement. Il produira de plus grands résultats avec un même nombre d'hommes; il pourra les fatiguer moins, et pourtant en obtenir davantage. Eux-mêmes apprendront, dans un temps donné, non-seulement à faire plus, mais à faire mieux.

Ainsi, dans l'industrie française, la main-d'œuvre deviendra de plus en plus économique; et, chaque jour, elle approchera davantage de la perfection. Les produits de nos arts, mieux appropriés à nos besoins, accroîtront les jouissances de la vie. Les mêmes produits, livrés à la société pour des valeurs moins élevées, multiplieront le nombre des hommes appelés à se procurer de telles jouissances.

Par ces moyens divers, tantôt balançant l'industrie étrangère, tantôt remportant la palme, les produits perfectionnés de notre industrie toujours croissante iront apprendre nos titres de gloire dans les bienfaisants travaux de la paix, aux peuples qui tant de fois ont vu nos titres à la gloire dans les travaux de la guerre.

Pour atteindre ce but, il faut inspirer dès l'enfance aux jeunes ouvriers, l'amour de la raison, de l'ordre et de l'activité; les fa-

connen de bonne heure aux dures habitudes du travail. Mais gardons-nous d'imiter certains manufacturiers d'une contrée voisine, qui, pour assouvir leur avarice, ont fait travailler quatorze heures par jour, de malheureux enfants de huit à dix ans. Abus cruel, prolongé jusqu'au moment où la législature indignée, a créé des comités d'enquête, pour connaître à quel point l'avarice des fabricants abusait de l'indigence des parents, et ruinait ainsi dans sa source l'espoir des pauvres familles *.

* Voici ce que portent les lois les plus favorables aux apprentifs qui travaillent dans les manufactures de coton.

« On ne peut pas employer les enfants au-dessous de 9 ans.

» De 9 à 16 ans, on ne peut pas faire travailler les enfants plus de douze heures par jour, sans compter le temps nécessaire pour leurs repas.

» Ces douze heures et le temps des repas seront pris depuis cinq heures du matin jusqu'à neuf du soir, *au choix du maître*.

» Le minimum du temps des repas est une demi-heure pour le déjeuner, une heure pour le dîner. »

De sorte que, grâces à la bienfaisance du parlement, un enfant de 9 ans et un jour peut n'être tenu, soit au travail, soit à ses repas, que durant treize heures et demie par jour?...

Gardons-nous d'atteindre à ces dures limites.

N'exigeons de ces enfants qu'un travail plutôt un peu au-dessous qu'au-dessus de leurs forces croissantes. Divisons, allégeons ce travail, par des intervalles de repos et de récréation pendant lesquels, sortant des salles et des réduits enfermés des fabriques et des ateliers, ils aillent prendre le grand air, s'abandonner à cet essor, à cette gaîté du jeune âge, qui donnent du ton à toutes les fibres, excitent l'énergie des moyens intellectuels, et mettent l'adolescence en état de reprendre ses travaux avec une vigueur nouvelle.

En vous parlant du développement des forces physiques de la classe ouvrière, je ne dois pas oublier ce qui regarde le développement des mêmes forces, dans les autres classes de la société.

A cet égard, messieurs, les anciens l'emportaient de beaucoup sur les modernes. La force corporelle était chez eux d'une extrême importance. Comme elle décidait du sort des combats, elle était le protecteur de la patrie pour les peuples justes, et le véhicule de l'ambition pour les peuples usurpateurs. On apportait donc les plus grands soins au développement de cette force, et surtout à son application intelligente, c'est-à-dire, à l'adresse. Non-seulement on exerçait les enfants de toutes

les classes de l'état, à la lutte, au pugilat, à la course soit à pied, soit à cheval, soit sur un char; mais on récompensait les talents acquis dans ces exercices, par des prix si grands et si beaux, qu'ils faisaient l'ambition des citoyens de tous les rangs.

C'est dans les vastes assemblées de l'élite des nations, en présence des premiers magistrats, qu'on établissait des concours pour ces différents exercices. Les vainqueurs recevaient, pour récompense, des palmes et des couronnes; les poëtes les plus illustres chantaient leurs combats, et leur gloire; et les villes, enorgueillies d'avoir donné le jour à des hommes qui l'emportaient ainsi sur les autres, leur érigeaient des monuments et des statues.

Les Grecs, en résistant aux forces de l'Asie, qu'ils ont ensuite conquise, et les Romains en devenant les maîtres de l'ancien monde, ont montré combien ces institutions, qui nous semblent aujourd'hui frivoles, étaient alors sages et profondes.

Depuis l'adoption des machines où la poudre enflammée sert de moteur, notre force corporelle a cessé d'être le principal élément des victoires. Mais on tomberait dans une erreur grave, si l'on croyait que cette force, et la santé dont elle est le fruit, soient,

aujourd'hui même d'un faible avantage, et durant la guerre et durant la paix.

Il faut, dans nos armées, que le soldat puisse, au besoin, élever des retranchements, creuser des fossés, des sapes et des mines; il faut que l'officier, aussi-bien que le soldat, soit assez robuste pour supporter des marches forcées, souffrir la faim, la soif, le froid, le chaud, et toutes les intempéries des saisons et des climats. Or, tout cela ne peut se faire que par une éducation vigoureuse, qui développe bien nos moyens physiques, et qui rende nos organes aussi peu sensibles que le permet notre nature, aux privations de toute espèce, et à des efforts puissants et prolongés.

Puisque les enfants du riche, comme les enfants du pauvre, peuvent être appelés à la défense de l'État, ce serait donc une précaution pleine de sagesse que de combiner, dans toutes les classes de la société, l'exercice et le développement des facultés physiques et morales. Sans doute, avec de l'opulence, on se rachète des périls et des fatigues de la guerre; mais, comment se racheter des revers mêmes de la fortune, et, dans le dénûment de toutes choses, suffire encore au soutien de sa propre existence !....

Je n'irai pas pour cela jusqu'à prétendre

que les enfants du riche doivent sans exception, comme l'*Émile* de Rousseau, se faire menuisiers ou charpentiers, uniquement pour savoir un art manuel, quoique tout nous démontre la prudence d'une précaution pareille, dans le cours incertain de la vie et des révolutions. On peut présumer, par exemple, que dans les vicissitudes de l'émigration et de l'exil, sur les pontons d'Angleterre, au milieu des déserts de la Russie, une foule de Français, élevés dans l'opulence et dans l'indolence, auraient rendu grâces au ciel et à leurs parents si, dans leur jeune âge, ils avaient appris une seule de ces professions manuelles qui, partout, procurent une existence honnête à l'homme qui sait les pratiquer.

Ainsi, les sévères leçons du passé semblent élever leur voix pour commander aux hommes, dans tous les rangs de la société, de cultiver au moins d'une manière générale et simultanée, les facultés physiques et les facultés morales de leurs enfants; de leur faire apprendre, avec la théorie, quelques moyens pratiques et quelques ressources des arts utiles : afin qu'au moment du besoin, ils ne soient pas entièrement étrangers à des travaux qui pourront les sauver de la misère, ou de l'aumône, ou du déshonneur. Eh bien ! ces moyens d'applica-

tion, cet art de combiner nos forces avec celles de la nature, voilà l'objet de notre enseignement.

Quant à la jeunesse, aussi nombreuse qu'intéressante, qui se destine à la direction des ateliers et des manufactures, jeunesse à laquelle nos leçons doivent être plus spécialement destinées, elle ne saurait rester étrangère à la pratique non plus qu'à la théorie des arts qu'elle est appelée à surveiller. Il faut qu'au besoin, un directeur de travaux puisse mettre la main à l'œuvre; non pas pour la quantité absolue d'ouvrage qu'il pourra faire, mais pour l'exemple et pour l'instruction qu'il lui importe si fort de donner, en beaucoup de cas, à ses ouvriers. D'ailleurs, le seul moyen de n'être jamais trompé sur l'exécution des travaux que l'on conduit, c'est d'en connaître à fond la pratique.

Il faut seulement que, pour l'homme qui doit diriger beaucoup d'ouvriers, le travail de la main soit placé dans un rang secondaire. C'est à sa force intellectuelle qu'il doit accorder le premier rang, et c'est dans un enseignement pareil à celui du Conservatoire des arts et métiers, que cette force doit être cultivée.

Nous avons pensé qu'il était utile et même nécessaire de fixer ainsi le degré d'importance

et d'attention que nous devons, dans les principales situations de notre vie sociale, attacher au développement et à la culture de nos diverses facultés. Indiquons maintenant ce que nous pouvons ajouter à nos propres moyens d'agir, par des emprunts faits à toute la nature.

Si nous comparons l'homme à d'autres êtres animés, nous sommes frappés, aussitôt, du sentiment de sa faiblesse. Combien il est loin d'égaler : pour la vitesse de la course; le cerf, la renne et le cheval; pour la constance et la durée de la marche, le chien, le chameau et le dromadaire; pour l'agilité des mouvements, le chat, le singe et le tigre; pour la force des coups portés, le taureau, le lion et l'éléphant; et, quant à la perfection des sens, quelle infériorité prodigieuse de sa vue, comparée à celle de l'aigle et des autres oiseaux de proie; de son ouïe et de son odorat comparés à l'odorat et à l'ouïe des animaux chasseurs; de son goût, enfin, comparé à ce goût instinctif de tous les animaux, qui leur révèle, avec tant de finesse et de fidélité, ce qui leur est nuisible ou salutaire !

Ainsi, Messieurs; nous arrivons à cette conclusion peu flatteuse pour la vanité de notre espèce : l'homme, envisagé sous le point de vue de ses facultés physiques, n'est au premier

rang pour aucune, ou plutôt il est presque, pour chacune d'elles, dans un des rangs les moins favorisés de toute la création.

Mais, l'homme garde en sa mémoire le souvenir et le fruit du passé. Il suit, par degrés, cette filiation des rapports entre les causes et leurs effets plus ou moins prochains, qui constitue la science de la nature. Il se place à propos, selon ses vœux et ses besoins, dans cet enchaînement des effets et de leurs causes. Il fait exécuter par tous les auxiliaires dont il a l'art de s'entourer, ce que lui seul n'aurait jamais pu produire. Il emploie la force inerte des objets inanimés, pour dompter la force intelligente des êtres animés. Il fait combattre d'abord et concourir ensuite, ces deux forces si diverses, pour arriver à l'accomplissement de ses volontés : et l'un des êtres les plus faibles de la création, s'élève ainsi jusqu'à la conquête de la création même. Après avoir asservi les animaux les plus utiles; exterminé, ou confiné dans les déserts, les plus malfaisants et les plus destructeurs; il a su, par la culture du règne végétal, changer les aspects et modifier, décupler, centupler les produits de la terre. Il s'enfonce aux plus grandes profondeurs, pour y chercher des trésors que sa science y devine. Il s'élève dans l'air, il y navigue. Les

eaux, depuis des siècles, sont devenues son empire : il y déploie ses voiles; et, sans autre impulsion que la force des vents et des courants, il parvient à son but, contre la direction même ou des courants ou des vents. Ainsi, partout, l'homme commande sur la sphère qu'il habite; et les globes planétaires, que sa vue peut à peine atteindre, observent dans leurs mouvements, les lois dont il a découvert l'existence et le principe. Aujourd'hui, les phénomènes des cieux n'arrivent plus qu'aux époques et dans les circonstances assignées à l'avance par les calculs de l'homme; tant la science du passé l'a rendu puissant et profond dans la science de l'avenir!

Qui croirait que pour exercer cette domination sur toute la nature, l'homme ait besoin d'accomplir moins de travaux corporels, que pour atteindre humblement la borne des destinées auxquelles il semble confiné, dans l'enfance de l'industrie? Mais, dans ses premiers essais, l'homme ne vient à bout des travaux qu'il s'impose, que par la force de son corps et de ses membres. Il arrose de ses sueurs, les produits informes des arts les plus grossiers. Il s'épuise à fabriquer des ébauches; tandis que, par le progrès de son expérience et de son intelligence, il finira par produire quelque jour,

avec une facilité rapide, les chefs-d'œuvre des arts les plus parfaits.

Ainsi, messieurs, un des plus précieux et des plus nobles avantages de la science dont je dois envisager les applications, c'est d'avoir délivré l'homme d'une foule de travaux qui n'exigent qu'une abondante consommation de force physique. Étudions les progrès de ce grand changement opéré, par la méchanique, dans le sort de l'espèce humaine.

Quelque parti qu'on parvienne à tirer des forces de l'homme, développées par tous les moyens de l'éducation, à moins d'y joindre le secours des autres forces de la nature, les effets qu'on en pourrait attendre seraient toujours trop bornés. Et pour qu'un peuple produisit de grands travaux, de grands monuments, ou seulement beaucoup d'objets de luxe et de nécessité, il faudrait qu'une immense partie de la population fût occupée uniquement à fournir sa force corporelle, comme des bêtes de somme ou de trait. Il est facile d'en montrer des exemples.

Chez les Romains, où la méchanique était dans l'enfance, on employait l'action de l'homme pour moudre le blé, pour écraser le ciment, pour exprimer les huiles et les sucs des végétaux. On condamnait à ces travaux un nombre

immense d'esclaves ; on les attelait au moulin comme nous attelons des bœufs et des chevaux au manége. Ce labeur était si rude, que la plus grande menace, après celle de la mort, était d'envoyer un esclave tourner la meule : c'est ce qu'on peut voir dans les comédies de *Plaute* et de *Térence*, qui peignent avec tant de vérité, les scènes familières de la vie des anciens.

Autrefois encore, pour extraire les métaux précieux que l'on cherchait dans les entrailles de la terre, on employait uniquement la force des esclaves, à retirer des excavations le minerai, les terres encombrantes et les eaux d'inondation. On condamnait les hommes à consumer avec une effrayante rapidité leur existence, en des lieux où leurs forces étaient sans cesse épuisées, et d'où presque jamais on ne leur permettait de revoir la lumière.

Mais la méchanique a trouvé le secret d'employer l'action du vent, des courants et de la vapeur d'eau, pour exécuter ces travaux accablants; elle en a délivré l'homme. Dès ce moment, nous avons pu nous élever à d'autres occupations qui, par un heureux mélange de la force intellectuelle et de la force physique, les exercent toutes deux sans en épuiser aucune.

Une grande partie de ce cours sera consacrée à vous faire apprécier, par des calculs rigoureux, l'étendue des services qu'a rendus chaque espèce nouvelle de forces qui sont venues s'ajouter aux forces de l'homme. Je me bornerai donc maintenant à vous indiquer un léger aperçu des conséquences qui suivront quelques-unes de ces utiles additions.

La plupart des agents et des moteurs employés par la mécanique, nous sont aujourd'hui si familiers, qu'ils nous paraissent en quelque sorte naturels. Nous avons peine à croire qu'ils aient dû coûter beaucoup d'efforts pour être découverts et mis en pratique. Mais, quand nous consultons l'histoire de l'industrie, nous sommes bientôt désabusés d'une telle erreur.

Il a fallu des siècles pour découvrir, ou seulement pour transmettre d'un peuple à l'autre, la découverte et l'emploi de ces forces diverses.

L'industrie n'a donc trouvé que lentement et successivement les moyens de rendre utiles à nos arts, les moteurs variés dont nous savons disposer aujourd'hui.

Chaque fois qu'un nouvel agent mécanique est passé dans les arts, il a fait acquérir au peuple qui s'en est servi d'abord, une puis-

sance qui l'a mis au-dessus de tous ses rivaux.

Ainsi, le premier peuple qui s'emparant de la force du cheval, sut la diriger à son gré, obtint un grand avantage sur les autres nations : car il acquit les moyens de rendre dans la victoire ses poursuites inévitables, et, dans les revers, sa retraite et son salut toujours certains. Délivré des fatigues de la marche, sa force était toujours entière, au moment où rendu sur le lieu de l'action, il se trouvait en présence des obstacles qu'opposaient et les choses et les hommes. Il devint par-là physiquement supérieur à lui-même. Aussi voit-on, par les récits des temps héroïques, les combattants, qui, les premiers, surent monter un coursier, regardés comme des demi-dieux; tant, par cela seul, ils avaient acquis de supériorité sur le reste des hommes.

Présentons un autre exemple non moins frappant : celui de la nation, qui, profitant à la fois des forces actives et passives de l'air et de l'eau, sut la première les appliquer à la marche des navires. Elle acquit le pouvoir d'aller, sous les pavillons de la paix, porter, par tous les rivages des mers, des lacs, des fleuves, des rivières, les produits de son industrie, pour les échanger contre les richesses des autres nations. Elle acquit le pouvoir d'aller, pendant

la guerre, attaquer ou secourir aussi facilement les états les plus éloignés et les plus rapprochés de son territoire. Elle peupla les côtes les plus lointaines, par ses colonies florissantes; elle répandit en tous lieux, ses sciences, ses arts, son langage et sa renommée. Voilà l'exemple qu'a donné la Phénicie, qu'a suivi la Grèce, que suit l'Angleterre; et que peut, que doit suivre la France, avec toute la supériorité de l'heureuse intelligence et de l'activité, qui sont le caractère de ses habitants.

Une grande acquisition du génie, pour le bonheur de l'homme, est celle de la force produite par les vapeurs élastiques.

Au fond d'un couvent, un moine invente ce mélange qui, comprimé, séché, réduit en grains de la grosseur d'une tête d'épingle, développe, par le simple contact du feu, une force prodigieuse. Elle est, aussitôt, appliquée aux arts de la guerre: avec elle, on fait sauter des édifices, des masses de terre et des remparts. Des places auparavant imprenables cèdent rapidement à l'emploi de cette nouvelle force; elle change également la face des batailles en rase campagne.

Si cette découverte ne fût restée qu'entre les mains d'un des peuples de l'Europe, elle l'eût rendu maître de l'univers. Mais, comme

elle fut presque simultanément mise à profit par les diverses nations de notre continent, elle eut seulement l'avantage de leur assurer la conquête de l'Amérique et de l'Inde, en leur livrant l'industrie, le savoir et les trésors de ces vastes parties du monde.

Le méchanicien ayant ajouté, à nos forces corporelles, cette force artificielle infiniment plus puissante, on voit aussitôt disparaître la grande inégalité que les combats avaient introduite, entre l'homme, d'une complexion débile et l'homme d'une robuste complexion, entre le guerrier qui n'est couvert que de vêtements légers et sans résistance, et le guerrier couvert de bronze et de fer. Ce grand changement, noble effet de l'art, a des conséquences d'une extrême importance jusque dans l'ordre moral; mais, comme elles n'appartiennent pas strictement au sujet de mon cours, je me fais un devoir de ne point m'en occuper ici.

Indiquons encore d'autres services rendus à la société par la science des forces et du mouvement.

L'eau qui passe de l'état liquide à l'état de vapeur ou de gaz, acquiert aussitôt une force d'expansion très-considérable; il n'y a guère plus d'un siècle qu'on applique cette force

aux arts utiles, et les machines à vapeur ont fait acquérir à l'industrie une puissance toute nouvelle.

Par ces machines, les peuples modernes exécutent, en peu de jours, avec facilité, des entreprises qui, sans elles, auraient demandé les efforts de peuples entiers, durant des siècles. Par ces machines, l'homme a reculé les bornes de son empire. Il a produit des effets nouveaux, inespérés; accru, varié la masse de ses richesses, et multiplié ses jouissances. En suppléant aux forces capricieuses des mouvements de l'air, par une force constante, il a navigué sur les plus grands fleuves, sur les lacs, sur les mers, avec autant d'exactitude et plus de célérité qu'en met le voyageur bien conduit sur nos plus belles routes. Alors on a vu le service de deux hommes seulement, suppléer à celui d'un équipage complet, et les bras économisés, rendus aux branches de l'industrie qui les réclamaient le plus, ou consacrés à des arts entièrement nouveaux.

C'est donc une erreur bien grossière, c'est un préjugé digne seulement des siècles d'ignorance et de barbarie, que de regarder l'industrie et les moyens artificiels qui sont à sa disposition, comme un accessoire, ou comme un superflu, et surtout comme un

des fléaux de la société. C'est, au contraire, des moyens toujours croissants de l'industrie que dépendent aujourd'hui la richesse et la puissance des nations. C'est aux nobles acquisitions de cette même industrie, que l'aisance est redevable de ses loisirs qui sont le fruit des forces de la nature, employées pour économiser les forces de l'homme : loisirs fortunés! qui nous permettent de cultiver les sciences, et les beaux-arts, et les lettres, pour adoucir, pour épurer nos mœurs, et pour rendre à la fois notre vie et plus belle et plus heureuse.

Mais, afin d'obtenir ces bienfaits de la civilisation, sans les payer par le malheur d'une portion de l'espèce humaine, il faut qu'on évite un dangereux écueil; il faut qu'on se garde d'accorder trop aux forces qui nous sont étrangères, en dédaignant pour elles, le secours de nos propres forces. Lorsque nous montrerons les services que la science des machines peut rendre à la société, nous aurons toujours en vue l'emploi simultané de tous les moyens d'action de l'homme et de la nature. Loin de nous la pensée de n'appliquer à nos travaux les forces de la nature, que pour accroître vainement l'opulence d'un petit nombre d'individus, en livrant à la misère, à l'abrutissement, les ouvriers qui cultivaient une industrie qu'on les

contraint d'abandonner. Il faut atteindre plusieurs buts à la fois, en visant au progrès des arts méchaniques. Le premier doit être d'assurer l'existence de tous ceux qui se livrent à ces arts; le second, de multiplier les travaux utiles; et le troisième, de suffire à ces travaux avec le même nombre d'hommes, en s'aidant de toute la puissance de la nature et de toutes les ressources de l'industrie. Chaque fois que nous adoptons un méchanisme qui peut épargner un grand nombre de bras, efforçons-nous donc d'ajouter doublement à notre richesse, en créant des travaux d'un nouveau genre qui sauvent de la détresse les artisans dépossédés de leur profession première.

Terminons en jetant un regard sur ce qui nous reste encore à produire, pour porter l'industrie française au degré d'avancement et de perfection dont nous venons de faire entrevoir quelques éléments principaux. Développer, conserver, économiser les forces physiques de l'homme; y joindre tous les moyens de nos forces intellectuelles dirigées par une instruction raisonnée. S'aider d'autres secours, en choisissant des moteurs artificiels, qui secondent ou suppléent la puissance humaine; en créant des instruments et des machines qui conservent ou qui transmettent les actions motrices,

et qui les modifient dans leur intensité, leur petitesse, leur durée et leur direction, pour les adapter à la nature et à la mesure de nos besoins. Voilà, messieurs, quel est le vaste champ que nous avons à parcourir, et dans lequel nous allons essayer de tracer la route que vous avez à suivre.

Si, guidés par nos leçons, quelques jeunes artistes, marchant un jour d'après leur propre impulsion, reculent les bornes aujourd'hui posées par l'état de notre industrie, nous rattacherons nos vœux à leurs succès, notre bonheur à leur gloire, et nous jouirons d'un triomphe qui contribuera nécessairement à la félicité, à la splendeur, à la force de notre patrie.

DIXIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ LE 8 JANVIER 1822, POUR L'INAUGURATION DE L'AMPHITHÉATRE DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS,

SUR L'ÉTAT DE L'INDUSTRIE,

DANS LA MONARCHIE FRANÇAISE.

MESSIEURS,

L'INAUGURATION du monument où nos cours doivent être professés est, en quelque sorte, une fête dédiée par la reconnaissance, à l'autorité généreuse qui fit ériger cette enceinte.

Souffrez donc qu'aujourd'hui, quittant le langage didactique et les démonstrations de la science, je me livre au sentiment que ce bienfait commande.

Vous devez le nouvel enseignement du Conservatoire au zèle éclairé d'un ministre * qui sentit le prix du savoir et la valeur du mérite. Ami des sciences et des arts, il honora les savants et les artistes. Il institua près de son

* M. le duc Decazes, ex-ministre de l'Intérieur.

ministère, pour le commerce et pour les manufactures, deux conseils composés des hommes les plus éminents par leur expérience, leurs lumières, et la prospérité de leurs grandes entreprises *. Il fonda, pour l'agriculture, des sociétés qui, dans toute l'étendue de notre territoire, recueillent des faits précieux et les transmettent au conseil central ** organisé pour réunir en faisceau ces lumières éparses, et les réfléchir de chaque point sur tout le reste de la France. Depuis trois ans, des élèves sont instruits, aux frais de l'État; dans les sciences naturelles et dans l'agronomie; bientôt ils iront demander aux peuples étrangers, des cultures nouvelles, des végétaux qui man-

* Il suffit de citer, parmi les membres des deux conseils, MM. Bréguet, Chaptal, d'Arcet, Dartigues, Daviliers, Delessert, Kœchlin, Neuflise, Périer, Roard, Ternaux, etc., etc.

** Ce conseil fut composé, dès l'origine, de MM. Larochefoucauld-Liancourt, Morel de Vindé, Chaptal, Ramond, Tessier, Huzard, Bosc, Thouin, Hachette, et Mirbel, alors secrétaire général du ministère de l'Intérieur : en remplissant cette place, ce dernier fit honneur à l'Académie des sciences, dont il est membre, parce qu'il contribua puissamment, et malgré beaucoup d'obstacles, à l'institution et à l'organisation des établissements d'utilité nationale, dont nous rappelons ici le souvenir.

quent à la fertilité de notre sol, et des êtres vivants inconnus à nos climats, pour ajouter à la beauté, à la variété de nos richesses indigènes. L'auteur de ces institutions fit aussi reparaître, avec une pompe nouvelle, la fête nationale de l'exposition des produits de notre industrie; et lui-même, au pied du trône, fit décerner par la main du monarque, au génie des arts utiles, des prix dignes du prince et dignes de la France. Enfin, pour diriger ces mêmes arts, dans leurs progrès à venir, il établit l'enseignement des sciences appliquées à l'industrie : enseignement dont l'utilité n'a nul besoin d'être prouvée, mais dont il ne m'est pas permis de faire en cet instant l'apologie.

Le ministre qui signala son autorité passagère, par ces établissements durables, eut un successeur * qui signala la sienne par un mérite plus rare encore, chez nous, que la création des grandes choses. Il sut respecter les institutions si sagement fondées par son devancier, et n'eut point la vanité désastreuse de détruire le bien dont un autre que lui-même était l'auteur. Il fit mieux; il compléta l'œuvre qu'on lui laissa naissante encore. C'est

* M. le comte Siméon, ex-ministre de l'Intérieur.

à lui que nous devons le magnifique amphithéâtre * ouvert aujourd'hui sous les auspices d'un prince qui peut mettre son amour-propre et sa munificence, à chérir les trésors que nous livre la culture de l'esprit, et surtout à répandre ces trésors de l'intelligence, comme la plus royale des largesses.

Mais ici, Messieurs, une voix inaccoutumée à louer des grandeurs florissantes, et des générosités qui bientôt passent des choses qu'on a déclarées louables, aux hommes qui s'en font les apologistes, cette voix s'arrête involontairement : elle abandonne à votre pensée le soin de compléter ou de rectifier un imparfait éloge.

C'est pourquoi laissant sous ce voile du respect, la majesté vivante, j'essaierai de remonter à des époques passées, dont l'histoire peut être rappelée sans fard et sans détour, en conciliant la candeur de la vérité avec la dignité de l'indépendance. Je vais offrir le tribut de mes hommages aux grands hommes qui ne sont plus, mais dont la mémoire ne doit jamais cesser d'être chère aux amis de l'industrie française.

Depuis l'instant tardif où cette industrie

* C'est à M. Peyre, architecte, qu'on doit le plan de cet amphithéâtre, exécuté sous la direction pleine de zèle de M. Bély-d'Oyssel.

sortit enfin de l'état barbare dans lequel l'avait plongée la chute de l'empire romain, elle s'est avancée sans jamais rétrograder; mais par degrés inégaux, lents et presque insensibles, sous le règne des princes fainéants; par degrés remarquables et rapides, sous le règne des grands princes. Cela nous montre d'abord, que ces progrès, quoique enfantés par l'énergie individuelle, n'ont dû néanmoins leurs plus beaux développements, qu'à l'appui de l'autorité publique appliquée avec discernement et sagesse.

Ce n'est donc pas au simple hasard qu'il faut attribuer un rapprochement qu'on n'a point fait encore, et que je vais vous présenter. Les seuls de nos monarques auxquels l'histoire ait conservé le nom de grands, sont les rois de qui l'industrie française a reçu les services les plus signalés : je veux parler de Charles-le-Grand, de Henri-le-Grand et de Louis-le-Grand.

Charlemagne, supérieur à son siècle, sentit que les vrais fondements de sa puissance étaient dans le savoir et dans l'industrie de ses peuples. Il créa l'instruction publique de la France *; il favorisa le commerce, il encouragea les arts

* On lui doit l'Université, qui est encore une des institutions les plus remarquables du huitième siècle.

utiles, il honora l'agriculture *; et le dispensateur des trésors de l'Occident ne rougit pas d'être l'économe de ses propres domaines.

L'économie de Henri, moins rigide et moins constante, fut peut-être plus méritoire; parce qu'elle était moins dans son caractère, et qu'elle fut un triomphe, maintes fois renouvelé, des préceptes de sa raison, sur les faiblesses de son cœur. Ami d'un censeur austère qu'il choisit pour ministre, et qu'il eut la gloire de garder, malgré les clameurs et les menées des courtisans, des concubines et des spoliateurs, tous deux s'appliquèrent de concert à favoriser l'industrie nationale. L'un inclinait vers les fabriques et le commerce, l'autre préférait l'agriculture; mais chacun d'eux aimait à pro-

* Charlemagne, dit Montesquieu, fit d'admirables règlements; il fit plus, il les fit exécuter.... Il mit une règle admirable dans sa dépense; il fit valoir ses domaines avec sagesse, avec attention, avec économie; un père de famille pourrait apprendre dans ses lois à gouverner sa maison: on voit dans ses Capitulaires la source pure et sacrée d'où il tira ses richesses. Je ne dirai plus qu'un mot: il ordonnait qu'on vendît les œufs des basses-cours de ses domaines et les herbes inutiles de ses jardins; et il avait distribué à ses peuples toutes les richesses des Lombards, et les immenses trésors de ces *Huns* qui avaient dépouillé l'univers. (*De l'Esprit des lois*, livre XXXI^e., chapitre XVIII.)

téger ce qui plaisait à son ami, et tout était encouragé. Le bonheur de l'artisan fut l'objet de leurs travaux. Au sein d'un palais où la volupté régnait encore, comme le seul et le dernier des vices qui jadis y tenaient leur cour plénière, vivait le monarque, nourri dans les combats, vieilli dans la guerre, sans être endurci par l'habitude des maux qu'elle fait naître, et, ce qui est plus rare encore, favorisé par la victoire, sans qu'elle eût pu rendre son cœur insensible aux plus humbles infortunes. C'est de là qu'on voyait le Béarnais ramener sa pensée vers l'habitant des chaumières, et lui souhaiter, du moins au jour de fête, l'aliment qui rend la table du riche un objet d'envie pour le pauvre. Ces soins éclairés et ces vœux paternels n'ont pas été sans leur digne récompense; et les chênes qui, plantés par les mains de Sully, dans nos royales forêts, y déploient, pardessus la cime des autres arbres, leurs rameaux protecteurs et leurs ombrages séculaires, les Rosnis ont poussé dans les entrailles de la terre, des racines moins fortes et moins durables, que la bonté de Henri dans les cœurs des Français.

Louis XIV ne reçut point de la nature, ce caractère de bienveillance et de facilité, qui rehausse encore la gloire des grands rois. Mais

il eut, dans ses beaux jours, le don si précieux, de bien connaître les hommes, et de savoir les choisir : il choisit Colbert, et ce fut la fortune de son règne.

Colbert, à l'exemple de Sully, répara les malheurs de la guerre civile. Il rendit au commerce la vie et l'activité. Il favorisa l'industrie nationale, par des encouragements judicieux. Il tourna ses regards vers les branches de l'industrie étrangère, qui florissaient alors, et l'emportaient sur les nôtres. Il entreprit de faire refluer sur notre sol, les sources de richesse et de prospérité, qui semblaient couler exclusivement en d'autres contrées et pour d'autres peuples. Les succès les plus brillants payèrent tous ses soins, et passèrent ses espérances. Non-seulement notre industrie ne fut plus obligée de mendier à l'étranger les produits grossiers qui manquaient naguère à ses arts imparfaits; bientôt des produits également remarquables par la commodité de leur usage, par l'élégance de leurs formes et le goût de leurs couleurs, conquirent à la France le luxe des autres peuples. Alors les chefs-d'œuvre de nos fabriques, portés sur toutes les mers, aux nations les plus lointaines, leur apprirent qu'un peuple moderne avait su reproduire l'élégance des arts d'Athènes, et l'industrie commerçante de Car-

thage et d'Alexandrie. Colbert, par ces prodiges, eût pour jamais enrichi la France, et cicatrisé toutes les plaies de l'État, si l'amour du faste et de la guerre n'avait pas entraîné son maître vers des entreprises de plus en plus dispendieuses.

Jetons un voile sur les temps qui suivirent la mort du sage Colbert. Taisons un peuple ingrat et stupide, outrageant le cercueil du grand homme dont il devait bientôt pleurer la perte avec des larmes de sang. Taisons l'industrie protestante exilée de sa terre natale, ou plutôt, signalons son exil et sa persécution, pour signaler la restitution de ses droits et de son existence civile, comme un des bienfaits du généreux descendant * d'un roi trompé par des persécuteurs. Montrons comme un grand exemple, en faveur des amis de toutes les tolérances, cette industrie protestante exilée de notre patrie, et portant, malgré ses vœux et ses regrets patriotiques, chez l'Anglais, chez l'Allemand, chez le Batave, des arts qui devaient bientôt après rendre à l'étranger, la prééminence **

* Louis XVI.

** Je montrerai quelle fut, sur l'Angleterre, cette prééminence de l'industrie française, dans les parties de mes *Voyages dans la Grande-Bretagne* qui me restent à publier, *la Force Commerciale* et *la Force Productive*.

que nous avions conquise avec les armes du talent, de la persévérance et de l'activité.

Hâtons-nous de franchir les soixante années d'épuisement et de sommeil, qui suivirent les convulsions et l'agonie d'un règne immortel par la trop courte période de sa virilité.

J'arrive aux beaux jours d'un monarque * pour qui la prospérité générale était un devoir, et le bonheur de tous un besoin. Ce prince, afin d'avoir des confidents selon son cœur, et des conseillers selon sa conscience, demande à l'opinion des gens de bien, des ministres dignes de lui : il reçoit d'elle en même temps Turgot et Malesherbes. Turgot qui donne à tous les artisans, la liberté de l'industrie; et Malesherbes qui donne à tous les écrivains, la liberté de la pensée : Malesherbes ! qui vertueux comme Socrate, meurt comme lui, pour la vertu, sans blasphémer la vérité !...

Qu'il me soit permis d'arrêter votre attention sur celui de ces bienfaits qui, seul, pouvait amener les grands et beaux progrès ** de notre industrie nationale. L'unique moyen d'honorer dignement les princes dont le règne est cher à

* Louis XVI.

** Ces progrès frappent tous les regards, l'envie même ne saurait les nier, et je n'ai point pensé qu'il fût être nécessaire d'en offrir ici le tableau.

l'humanité, c'est de montrer ce qu'ils ont fait pour le bonheur de tous les hommes.

Les corporations industrielles avaient été formées dans ces jours infortunés où les individus des classes laborieuses éprouvaient le besoin de s'unir, de se confédérer en quelque sort, pour s'opposer aux extorsions, aux injustices, aux avanies de la classe oisive et puissante. Afin de traverser une vie orageuse, en ces temps où l'on ne trouvait aucune sûreté pour les faibles, les faibles se groupaient dans l'espoir de résister; ils faisaient masse, comme ces caravanes qu'il faut rendre compactes et nombreuses, si l'on veut passer le désert sans être dépouillé par l'Arabe, le seigneur de la solitude.

Ce fut donc un bienfait de nos rois, ce fut un acte tout populaire, que la création des communautés et des corps d'arts et métiers. C'étaient autant de compagnies d'assurance, autorisées par la prudence et l'humanité, pour garantir les citoyens et leur fortune, contre tous les fléaux qui menaçaient, alors, les droits et les propriétés des humbles gens d'industrie et de métier.... Telle fut l'œuvre commencée par Louis VI, et couronnée par Louis IX * : ce

* Établissements de saint Louis. *Établissements des métiers de Paris.*

monarque législateur qui, sous un dais de feuillage, était pour ses moindres sujets un juge paternel; et, sur le trône des lis, un arbitre imploré par de grands souverains qui soumettaient, à son équité religieuse, les différends des nations.

Lorsque les règnes cruels, mais vigoureux, de Louis XI et de Richelieu, eurent abattu pour toujours, la force d'anarchie qui rendait les grands vassaux de la couronne et les moindres châtelains si redoutables aux simples individus de la classe commune, il ne fut plus nécessaire de se constituer en frais, de se soumettre à des entraves, ni de sacrifier une partie de la fortune de tous, pour en assurer les restes. Dès lors, les corporations devinrent onéreuses autant qu'inutiles; et l'autorité prévoyante dut songer à l'époque où, pour second bienfait, elle abolirait à jamais des institutions dont la création même est un monument de la barbarie des temps qui les avaient rendues indispensables.

Mais les institutions qui, dans leur origine, ont été salutaires à l'espèce humaine, et qui, depuis des siècles, sont devenues un objet de respect et de gratitude, ont jeté dans la société, des racines qu'il n'est pas aisé d'extirper; lors même que leur existence, au lieu d'être salu-

taire et bienfaisante, devient stérile et parasite.

Si la haine et le mépris, excités maintes fois par des insultes et des outrages, s'invétèrent au fond du cœur de l'homme, avec combien plus de facilité des sentiments qui, loin d'être amers et pénibles, nous attirent par leur charme, nous fixent par leur bonheur, et s'identifient avec nos affections naturelles, en faveur de services long-temps rendus à nos pères! C'est ainsi que le respect et la reconnaissance nous sont transmis de génération en génération, pour vivre bien plus long-temps que les services mêmes.

Telle fut la force des sentiments qui, pendant beaucoup d'années, rattachèrent à l'intérêt des corporations tant d'hommes si généreux, que (tout en avouant les vices, et l'inutilité moderne de ces créations surannées) ils consentaient d'en supporter le fardeau; parce qu'au lieu d'être à charge à nos pères, elles les avaient autrefois soutenus et soulagés.

Cependant, j'ose penser que nos aïeux, s'ils pouvaient revivre parmi nous, et s'ils y retrouvaient ces établissements, honneur et besoin des siècles à demi-policés, non moins généreux que leurs descendants, exigeraient à leur tour, que nous fissions disparaître des institutions dont eux seuls ont retiré du bé-

néfice, et dont nous seuls avons reçu du détriment.

Ainsi donc, ce n'est pas en opposition et par outrage à la pensée de nos aïeux, que les plus sages ministres de Louis XVI ont obtenu de supprimer des entraves devenues sans utilité. C'est au nom même de la pensée de nos ancêtres, que les vrais amis des générations modernes ont dû demander, obtenir et consommer la destruction des communautés et des corporations. Ce n'est pas seulement au nom de nos intérêts pécuniaires, c'est au nom de la plus sainte morale.....

On a prétendu long-temps, et les hommes qui cherchent dans le passé, des préjugés plutôt que des leçons, et des prestiges plutôt que des lumières, osent prétendre encore, que les corporations, telles qu'elles existaient autrefois, étaient favorables aux bonnes mœurs: c'est en invoquant la vertu même, qu'ils risquent l'apologie de ces institutions *! Non,

* D'anciens maîtres marchands de la rue Saint-Denis, d'anciens syndics de la rue Saint-Martin, et des maroquiliers du Marais n'ont pas rougi de présenter à la Chambre des députés, une pétition collective pour obtenir le rétablissement des jurandes, des syndicats et des maîtrises. Mais tous commerçants et nos manufacturiers les plus éclairés, les plus industrieux et les plus riches, oubliant

jamais un injuste privilége, sous quelque forme et pour quelque objet qu'on l'octroie, ne peut être utile à la morale; parce que le fondement de la morale est dans la seule justice. Non, la loi qui ne permettait pas au pauvre d'exercer son industrie avec avantage pour son indigente famille, ne fut, ne sera jamais amie des bonnes mœurs; parce que les bonnes mœurs s'éteignent, dans tous les lieux où les moyens honnêtes sont interdits à l'énergie de l'homme, excitée par le besoin d'améliorer son sort et celui de ses enfants. Chose incroyable, et que j'ai honte à redire! Une mesure, sage en elle-même, transmettait à la veuve le droit de maîtrise qu'avait possédé son époux; mais ce droit, elle ne pouvait d'ordinaire l'exercer, qu'en plaçant à la

leurs intérêts personnels, se sont élevés d'un accord unanime contre ce retour à l'état barbare de l'industrie du treizième siècle. Il faut citer surtout avec éloge les avis motivés, adoptés à l'unanimité par les conseils généraux du commerce et des manufactures du royaume. Ces productions, remarquables par les faits qu'elles exposent et les raisons qu'elles présentent, méritent d'être connues et méditées par tous les amis de l'industrie française. M. Anthelme Costaz, dans un ouvrage sur l'administration de l'agriculture, du commerce, des manufactures et des subsistances, et dans un mémoire spécial qu'il a publié depuis peu, a traité cette matière avec sagesse et de la manière la plus convaincante.

tête de ses ateliers, un maître *sans aveu public*; ce droit, enfin, la loi même en privait la femme chaste et sensible qui, pour donner un conservateur à sa fortune, un guide à sa faiblesse, un mentor à ses mœurs, recevait, au pied des autels, le cœur et la fidélité du compagnon qui seul pouvait la faire vivre de leur honnête industrie. Ainsi, les bénédictions nuptiales qui répandent sur les époux, la rosée de la vertu et tous les bienfaits du ciel, faisaient perdre sur notre terre, les droits qu'auraient conservés la dépravation et le concubinage! Dieu protecteur des familles, quels vœux adultères et quels regrets déhontés oseraient désormais, au nom des mœurs, appeler le retour de semblables priviléges?

Il peut paraître assez facile d'abolir des institutions devenues aussi pernicieuses; parce qu'au moment où elles subsistent encore, tous les yeux sont frappés des inconvénients qu'elles entraînent, et révoltés contre l'injustice que suppose leur existence. Mais il est toujours difficile de résister à la réaction vengeresse que produit leur abolition. Un ordre de choses qui, jadis, fut créé pour le besoin du grand nombre, s'est rattaché d'abord aux éléments de la prospérité publique, par des liens qui ne sauraient se rompre tous à la fois. Lors

même que cet ordre devient nuisible en quelques-unes de ses parties, il conserve souvent en quelques autres, des avantages qui rendent le mal tolérable; et l'on nous montre ce mal même, comme la source des biens réparateurs faits pour le compenser avec usure.

D'ailleurs, tout changement étendu doit produire dans l'état social un trouble momentané. Il doit diminuer quelque peu de l'opulence ou de la considération, ou des pouvoirs du petit nombre, pour augmenter beaucoup l'opulence, et la considération, et l'indépendance du grand nombre. Mais ce grand nombre jouit en paix de son bonheur; il est heureux, il se tait; et sa prospérité n'est devinée qu'à son silence. Au contraire, une poignée d'individus, attaqués dans leurs intérêts personnels, offensés dans leur égoïsme, ou froissés dans leurs prétentions exclusives, font retentir de leurs cris de détresse tous les échos trompeurs d'une fausse opinion publique. Ils assiégent de concert toutes les avenues du pouvoir. Afin d'empoisonner aux yeux de l'autorité les bienfaits mêmes qui la font adorer, ils les lui peignent sous les traits odieux d'une calamité publique, et d'un danger pour l'état. Acharnés à la vengeance, ils poursuivent l'auteur des plus généreux services, comme un barbare qui

n'a pas craint de signaler son administration subversive, « en faisant à coup sûr, disent-ils, quelques malheureux dans les hauts rangs de la société, pour amener, peut-être, un bien général, nuisible par son étendue même, puisqu'il diminue l'infériorité des basses classes du vil peuple. »

Ces méprisables obstacles perdirent un ministre qui, pour avoir produit le bien trop vite et trop en grand, vit enlever à ses mains, l'autorité dont il faisait un si sublime usage.

Six mois après la retraite du vertueux Turgot, à force d'importunités et de déceptions, on arracha du monarque abusé, la rétractation de ses belles ordonnances; et l'industrie fut recourbée sous le joug du privilége.

Qu'on se figure les malheurs que dut entraîner ce retour aux institutions si sagement abolies. Combien de compagnons actifs, industrieux, économes qui, profitant d'un moment d'émancipation, s'étaient procuré, sur leurs propres épargnes, ou sur le crédit de leur bon caractère, ou sur la générosité de quelques riches bienfaisants, le faible capital nécessaire pour exercer une industrie indépendante, forcés bientôt après de renoncer au bonheur de cette indépendance, de fermer leur humble boutique et d'étouffer leur naissante industrie!

Combien d'ouvriers pleins d'espoir, qui, dans la confiance d'un meilleur avenir, n'avaient plus craint d'écouter la nature et de prendre une compagne, parce que désormais ils se sentaient en état de lui gagner du pain, et un abri, et de l'aisance peut-être, se virent arrachés tout à coup à cette prospérité, pour être sacrifiés avec leur jeune famille, au monopole de la maîtrise!... Voilà les effets de la mesure terrible que les riches ennemis des prospérités publiques firent peser, pendant douze années, sur les pauvres ouvriers.

On se plaint, hélas! avec trop de raison, qu'au milieu des fureurs de nos discordes civiles, le peuple des villes industrieuses ait été barbare et sanguinaire : sans doute il le fut. Mais il serait plus sage de s'enquérir par quels germes secrets il avait pu dépouiller ainsi l'humanité du caractère français, que de le déclarer factieux et sanguinaire, à titre de peuple français. Ah! croyez-moi, messieurs, lorsqu'héritiers de la fortune paternelle, vous dirigerez les établissements d'industrie fondés par vos ancêtres, que chacun de vous soit le père, et jamais le rival de ses ouvriers; bien loin de les arrêter dans leur essor, souriez à leurs efforts généreux; aidez à leur bon courage. Au lieu de les empêcher de créer leur

indépendance et de monter leurs modestes ateliers, sachez au besoin leur donner, par vos avances, de quoi suffire aux frais de leur établissement. Que telle soit la récompense des services qu'ils vous auront rendus. Ah! dès lors, loin d'être pour l'artisan un objet d'envie et de détestation, vous deviendrez l'objet de son amour et de ses bénédictions. Ainsi vous assurerez à la patrie, entre tous les rangs, entre tous les états de la société, cette heureuse concorde, qui seule peut produire la puissance et la prospérité des grandes nations.

Auriez-vous besoin que l'on vous citât des modèles de la noble conduite que je vous prescris aujourd'hui comme un devoir? Regardez autour de vous; contemplez dans cette enceinte, ces généreux appuis de l'industrie française qui ont amélioré tant d'arts utiles, qui en ont créé tant de nouveaux, qui ont conquis leur fortune par les voies de l'honneur et du génie; ils sont les pères de leurs ouvriers; et l'artisan les aime plus encore que le savant ne les admire.

Quel progrès à cet égard s'est opéré, même dans les classes de la société célèbres, autrefois, par leur mépris pour le travail et l'industrie! Sous Louis XIV, il fut un seigneur illustré dès sa jeunesse, comme les grands

l'étaient au temps de la fronde, par ses hauts-faits dans la guerre civile; illustré plus tard par la profondeur et la sévérité de son esprit, il a laissé pour tout présent à sa patrie l'anatomie de l'égoïsme, et les maximes de l'amour-propre. Cent cinquante ans se sont écoulés depuis lors, et ses arrière-petits-fils ont consacré leur vie au bien-être du peuple. Ils se sont alliés, je dirais presque identifiés avec les intérêts et les progrès de notre industrie nationale. C'est l'un deux qui, de l'exil, nous a rapporté la nouvelle inoculation par laquelle nos enfants conservent à la fois la vie et la beauté; il s'est rendu l'apologiste et le sociétaire d'une foule d'établissements de bienfaisance, ou d'émulation, ou d'encouragement; il a créé des manufactures; il préside aux écoles * de nos jeunes artisans. Mais j'oublie qu'il préside à cet établissement même : je me hâte de revenir à mon sujet.

Louis XVI, qui ne comprit jamais en vain les besoins et les désirs de son peuple, entendit à la fin les vœux de ses sujets. Il se fit un bonheur d'accorder sa royale sanction à l'une des premières lois portées par la première et

* Écoles des arts et métiers d'Angers et de Châlons-sur-Marne.

la plus illustre de nos assemblées, pour rendre à l'industrie française une liberté dont elle a joui sous tous les régimes suivants, quels qu'aient été leur démence ou leur despotisme.'

Marchant sur les traces de Turgot, mais avec plus d'adresse et de ménagement, M. Necker accomplit un des projets de son digne prédécesseur; il supprima ces barrières fiscales, qui, séparant nos diverses provinces, comme autant de pays étrangers et rivaux, opposaient au commerce intérieur, et par conséquent à l'industrie, un obstacle insurmontable. Colbert avait souhaité d'attacher sa mémoire à cette sage opération; mais il ne fut pas assez puissant pour vaincre les obstacles qu'avant tout il fallait renverser. Cette gloire, que lui-même ne put obtenir le ministre de Louis le Grand, devait être réservée pour le ministre de Louis le Bienfaisant.

La même assemblée, qui, de concert avec ce dernier monarque, avait affranchi l'industrie française, était digne de proposer à la sanction de ce bon prince, la loi qui garantit aux inventeurs la propriété de leurs découvertes industrielles.

Voulez-vous connaître, Messieurs, les utiles effets de cette loi? Il me suffira de vous

dire que, depuis trente ans qu'elle existe, plus de seize cents artistes ont fait consacrer leurs titres à la propriété d'inventions diverses, dans tous les arts qui composent notre industrie. Le seul et modique droit qu'ils sont obligés de payer pour obtenir leur brevet, a produit plus d'un million de francs. Ce million, divisé par sommes proportionnées aux mérites des artistes tombés dans le besoin, a servi de secours aux hommes dont le talent n'a pas eu de chances heureuses, et de récompense aux hommes dont le talent a rendu de généreux services à tous nos arts utiles ; largesse aussi noble par son objet que par son origine, puisqu'elle consacre le tribut imposé sur les travaux du génie, conduits aux termes du succès, à récompenser, à faire naître d'autres travaux propres à rendre d'autres services à l'industrie.

Les mêmes législateurs qui fondèrent en France la propriété des découvertes, ont encore secondé notre industrie nationale, en améliorant nos lois sur le commerce extérieur. Ils sont les créateurs de notre acte de navigation ; et nous pourrions justement intituler cet acte, en y complétant quelque chose, comme le parlement d'Angleterre intitula le sien : *Un acte pour accroître et pour assurer le*

commerce, la richesse et la puissance de la patrie.

Je finis, en m'arrêtant aux époques qui touchent de trop près le temps où nous vivons.

Dans l'exposé que je viens de vous faire des mesures adoptées en faveur de notre industrie, sous les rois les plus dignes d'être cités, j'ai pensé qu'il serait injuste, et déshonorant pour nous, d'accorder aux seuls monarques le tribut de notre reconnaissance, et de réserver notre ingratitude ou nos outrages pour la mémoire des hommes auxquels ces princes ont dû la préparation et l'exécution de ces lois si bienfaisantes. Songeons que la renommée d'un peuple ne se compose pas de l'illustration d'un seul maître, ni d'un seul temps, ni d'une seule opinion : c'est l'ensemble et comme le trophée de toutes les célébrités obtenues dans tous les âges de l'histoire, par tous les beaux talents, par tous les services éminents, par tous les travaux illustres, sans exception ni de castes, ni de sectes, ni de partis. Voilà la vaste gloire de toute la patrie ; et l'âme du bon citoyen doit se sentir assez grande pour recevoir et garder la mémoire, et l'amour, et le respect que ces monuments immortels de notre prospérité sociale, ont droit de commander à notre souvenir.

L'industrie française, favorisée par les lois dont nous venons de montrer la sagesse et les avantages, fut retardée tour à tour par les fureurs de l'anarchie et par l'oppression du pouvoir absolu. Mais loin de nous de penser que tout ait été délire, et forfaits, et bassesse dans ces époques orageuses. Éblouis plutôt qu'asservis, égarés trop souvent, coupables quelquefois, nos pères ont été plus souvent encore magnanimes et généreux; ils ont aimé la gloire, et la gloire a couronné leurs efforts! Au dehors, ils ont, pendant vingt années, cueilli les palmes du triomphe, en repoussant et punissant les longues agressions de l'Europe coalisée pour nous abattre; ils ont honoré la victoire en faisant marcher, sur les pas de la conquête, les présents de la civilisation, et les consolations d'une industrie réparatrice. Sur notre antique territoire, ils ont mérité les couronnes du savoir et du génie, par des chefs-d'œuvre qui vivront aussi long-temps que la mémoire du nom français; ils ont embelli la patrie; ils l'ont rendue plus fertile, plus peuplée, plus instruite et plus civilisée. Ils ont fondé des institutions que l'Europe, dans ses progrès, a vainement tenté d'imiter; et, néanmoins, les plus beaux établissements de l'étranger sont aujourd'hui l'imitation, quoi-

qu'imparfaite, des grandes créations qui sont l'honneur de la France. Tels furent, tels sont encore, et l'Institut des sciences, des lettres et des arts *, et l'École Polytechnique **, la pépinière des héros et des savants; tel est enfin le Conservatoire *** des arts et des métiers, où le trésor de toutes les inventions nationales est déposé, comme au sein du Panthéon de l'industrie française.

En cherchant à vous donner une grande et juste idée des travaux immortels de nos devanciers, j'ai voulu vous indiquer l'étendue de la tâche que vous avez à remplir; j'ai voulu vous donner la mesure des efforts qu'attend de vous et la France présente et la France à venir; j'ai voulu vous offrir l'idée des progrès qui doivent signaler vos entreprises, pour soutenir dignement l'honneur de votre génération. Vous avez à montrer aux yeux de l'univers, que la patrie n'a rien perdu de ces belles qualités qui l'ont portée si haut dans l'échelle des nations civilisées; qu'elle n'est

* Les Pays-Bas, l'Espagne et le royaume d'Italie ont un Institut national.

** La Russie et l'Autriche ont une École Polytechnique.

*** Plusieurs États de l'Allemagne ont un Conservatoire.

pas seulement encore la vaillante, la généreuse et l'hospitalière; mais qu'elle est toujours l'ingénieuse, l'infatigable et la glorieuse patrie des arts qui contribuent au bonheur, à la puissance, à la renommée des empires.

ONZIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ LE 27 NOVEMBRE 1823, POUR LA REPRISE DU COURS DE MÉCHANIQUE APPLIQUÉE AUX ARTS, PROFESSÉ DANS LE CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

PROGRÈS DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE,

DEPUIS

LE COMMENCEMENT DU XIX^e. SIÈCLE.

MESSIEURS,

L'INDUSTRIE vient d'offrir un grand spectacle à la France. Après quatre ans seulement d'intervalle, elle est conviée à présenter une nouvelle fois, les chefs-d'œuvre de ses arts, à l'admiration de tout un peuple. Malgré la courte durée de ce période, on la voit révéler des progrès importants et nombreux; on la voit, par des travaux récents, reculer ses limites, sur les routes où chacun la croyait parvenue au dernier terme de l'expérience et de l'habileté. Elle a plus fait encore; elle a perfectionné ses moyens mêmes de perfection-

nement! Ainsi, loin que les succès obtenus déjà, rendent plus difficiles et plus lentes les victoires qui lui restent à remporter, pour ses triomphes à avenir, ils deviendront le véhicule et l'appui d'une marche plus rapide et plus puissante. Dès à présent, ils assurent à notre espérance, des conquêtes plus étendues que celles du passé, plus utiles encore, et, par-là, plus glorieuses.

Une science a contribué, surtout, par ses applications, à ces beaux développements de l'industrie moderne : c'est la mécanique.

Il m'a semblé que je trouverais ici l'occasion naturelle de vous offrir la démonstration la plus convaincante de ces précieux services; en vous montrant à quel point cette science féconde a favorisé l'avancement des arts dont les prodiges viennent d'être exposés à vos regards.

Mais, dans cette séance, prolongée même jusqu'au terme qui pourrait épuiser votre indulgence, il serait impossible de faire apprécier dans leur ensemble ces innombrables services. Je vous parlerai principalement des arts consacrés à la fabrication des tissus. Je veux même en restreindre l'histoire au petit nombre d'années révolues depuis la fin du dernier siècle. Voyons donc ce qu'en moins de

vingt-trois ans, la méchanique a produit, en faveur d'une branche d'industrie, modeste, mais indispensable, et pour cela même l'objet de notre préférence.

Dans l'examen que nous allons faire, nous plaçons au premier rang, les tissus formés avec la toison des troupeaux; parce que ces tissus, dans leurs variétés, conviennent à toutes les saisons, comme à toutes les fortunes. En Europe, ils sont le vêtement ordinaire de tous les hommes, depuis le paysan et le manouvrier, jusqu'aux plus riches particuliers, aux princes, et même aux souverains.

Quoique l'art d'apprêter les toisons et de les réduire en tissus, remonte à la plus haute antiquité; quoique depuis long-temps les Français aient obtenu dans l'exercice de cette industrie, un degré de perfection remarquable pour les lainages les plus difficiles à fabriquer, cependant cet art a pris, de nos jours, une face pour ainsi dire entièrement nouvelle : il en est redevable à la méchanique, secondée par les travaux préparatoires de l'agriculture.

Quelle que soit l'excellence des moyens imaginés pour les fabrications, vous concevez que la force, la finesse, l'élasticité, le moelleux des étoffes, dépendent, avant tout, de la qua-

lité même des toisons qui fournissent la matière première des fils.

Les conquérants africains ont introduit en Espagne, avec leur expérience et leurs habitudes nomades, l'art d'élever les troupeaux, et d'en améliorer les toisons par des soins continués durant plusieurs siècles. Cette expérience, qui survécut à la puissance des Arabes, produisit, avec les années, les qualités brillantes d'une espèce de laine fine, qui l'emporta long-temps sur celle des troupeaux élevés dans toutes les autres contrées de l'Europe. Acquérir les animaux qui fournissaient ce rare produit, devait tenter surtout l'espoir et l'ambition de l'agriculteur français qui possède à moitié la chaîne des montagnes où les pasteurs de l'Ibérie conduisent leurs troupeaux, au retour de chaque belle saison. Mais l'Espagnol ne permettait pas au commerce d'exporter des béliers et des brebis de la race pure des mérinos. Ce ne fut qu'à titre de cadeau royal, et comme objet de simple curiosité, que Louis XVI obtint quelques individus de cette espèce précieuse. Ils composèrent le troupeau de Rambouillet. Bientôt, par les soins du naturaliste Daubenton, le digne collaborateur du Pline français, de Buffon, ce troupeau fut acclimaté sur notre sol; il s'ac-

crut au point de rendre possible la vente de ses rejetons, aux particuliers opulents qui désirèrent les acquérir.

Lorsque la multiplication fut assez avancée pour offrir aux fabricants de draps, des toisons abondantes, le préjugé, qui s'oppose à l'adoption de tout ce qui est à la fois utile et nouveau, le préjugé frappa de réprobation la laine des mérinos naturalisés en France par le bienfait du plus bienfaisant des monarques. On déclarait, positivement, que cette laine ne pouvait pas remplacer celle de l'Espagne, pour la confection des draps fins; *attendu*, disaient les fabricants, *que la toison des mérinos français n'avait pas autant de nerf*. Le temps a triomphé de cette erreur, parce que la vérité seule peut résister aux épreuves du temps. L'expérience a montré que la laine des troupeaux amenés de l'Ibérie, sur le sol de la France, loin de perdre ses qualités primitives, s'améliore au contraire, de génération en génération, par l'heureux effet des soins et du climat; qu'elle devient ainsi plus fine et plus souple. Aujourd'hui les manufacturiers français, pour fabriquer les étoffes du plus grand prix, rejettent les laines espagnoles; et, pour motiver cette exclusion tardive, ils affirment que ces dernières *ont trop de roideur*.

Remarquez, Messieurs, que ces deux opinions sur les propriétés physiques des laines mérinos de France et d'Espagne, expriment toujours une différence analogue : seulement la qualité supérieure des laines de mérinos français, regardée comme un défaut dans la nouveauté, a fini par être reconnue pour ce qu'elle est en effet, c'est-à-dire, pour un avantage.

Les Saxons nous avaient devancés dans la naturalisation des mérinos. Ils ont comme nous reconnu, constaté l'amélioration progressive des toisons. Ils nous ont surpassés par la constance de leurs soins. Aussi leurs laines superfines sont-elles sensiblement supérieures aux nôtres, surtout les laines des troupeaux de l'ancien électeur, qu'on désigne sous le nom de laines électorales.

Un objet digne de la plus noble émulation, pour nos grands propriétaires et nos riches agriculteurs, doit être d'atteindre le degré de perfection qu'ont obtenu les habitants de la Saxe, dans l'amélioration des laines mérinos; et d'aller au-delà, si ce progrès est possible.

Il est juste de dire que nous avançons d'une manière remarquable vers ce but; chacun de nous a pu s'en convaincre par l'examen des

belles toisons qu'ont exposées MM. Girod de l'Ain, et leurs associés, M. le comte de Polignac, M. Bourgeois de Rambouillet, et plusieurs autres grands propriétaires.

Mais il ne suffit pas de quelques citoyens industrieux et riches, pour fournir aux besoins de nos grandes manufactures. Ne craignons jamais d'envisager ce qui nous reste encore à faire pour arriver à la perfection. Au lieu de flatter lâchement une vanité nationale qu'on pourrait à juste titre appeler la fatuité d'un faux patriotisme; au lieu de proclamer, avec un zèle empressé, des supériorités que nous n'avons pas encore obtenues, il faut travailler opiniâtrement à les acquérir. Par exemple, pour l'objet important qui nous occupe, il faut exciter, développer une émulation généreuse, entre les possesseurs des vastes domaines; afin qu'ils placent dans leurs fermes, et qu'ils y soignent avec constance, les plus belles espèces de troupeaux. Alors la France trouvera, sur son territoire, un riche produit qu'elle est encore obligée de tirer en grande partie de l'étranger, et de payer d'un prix dont l'élévation nuit beaucoup à nos succès, dans la concurrence du commerce d'exportation des tissus les plus parfaits.

Une amélioration qu'il est facile d'obtenir

en beaucoup moins de temps que celle des laines superfines, est celle des laines grossières. On peut les élever à des qualités moyennes très-précieuses, par le simple croisement de nos brebis indigènes avec le belier mérinos. Les laines que produit ce mélange de races acquièrent tout à coup un prix très-supérieur à celui des laines ordinaires. Ainsi, l'intérêt bien entendu des propriétaires, je les appelle avec énergie vers ce genre de perfectionnement que réclame aujourd'hui la fabrication des tissus pour les classes moyennes de la société. Vous servirez à la fois l'agriculture et l'industrie, en propageant ces vérités.

Voyons maintenant ce qu'ont fait les arts méchaniques, pour tirer le meilleur parti possible des toisons les plus belles. On s'est d'abord occupé du soin de les trier, pour les assortir suivant leur longueur et leurs qualités physiques ou méchaniques; afin d'avoir une matière parfaitement homogène et, par cela même, propre à donner des fils et des tissus dont toutes les parties fussent exactement uniformes. Cette opération, combinée avec celle du lavage, forme à présent une branche d'industrie séparée et considérable. Au commencement du siècle, nous ne possédions peut-être pas un seul lavoir pour les laines fines; nous

en comptons maintenant plus de quarante, dans les seuls environs de la capitale; Louviers, Sedan et d'autres villes en ont de même un grand nombre : ils suffisent aux besoins de notre fabrication. La France doit à M. Ternaux le premier modèle d'un établissement de ce genre.

Le filage de la laine présente aussi des améliorations importantes; ce filage s'opère, tantôt avec la laine cardée, tantôt avec la laine peignée. Le fil tiré de la première sert aux étoffes drapées ou feutrées, dont on n'aperçoit pas le grain; tels sont les draps et les casimirs. Le fil tiré de la laine peignée sert aux étoffes rases, par exemple aux tissus mérinos des robes et des châles.

En 1803, on a commencé d'introduire dans nos manufactures, des machines pour carder et pour filer la laine. C'est aux soins éclairés du comte Chaptal, alors ministre de l'intérieur, qu'on doit cette introduction. On lui doit aussi les encouragements si bien mérités, que reçurent MM. Douglas et Cockerill, lorsqu'ils vinrent établir en France les ateliers dans lesquels ils construisirent leurs belles machines. Elles furent ensuite améliorées, grâces aux efforts que produisit un concours ouvert (en 1803) sous les auspices du savant

et de l'homme d'état dont nous venons de rappeler le nom cher à l'industrie française. Il faut citer MM. Calla, Collier, Cockerill, Dobo, Farrar et Bauwens, parmi les artistes qui se sont le plus distingués dans la fabrication et dans le perfectionnement des machines qui servent à filer la laine cardée.

Les premières machines étaient mues par la force de l'homme. M. Prosper Bellanger, qui possède à Darnetal, auprès de Rouen, une belle filature de laine, y a fait exécuter des machines mises en mouvement par la seule force de l'eau ou de la vapeur. Ce perfectionnement a permis d'augmenter le nombre des fils fabriqués à la fois par un même métier; il a fourni des produits plus abondants et en même temps plus réguliers. En effet, le mécanisme de M. Bellanger a ce grand avantage, qu'il offre le moyen de régler avec exactitude le degré de finesse et de torsion qu'on veut donner au fil.

La méchanique avait à vaincre des difficultés plus grandes, afin d'opérer avantageusement le filage de la laine peignée.

En 1812, M. Demaurey obtint un prix de la Société d'Encouragement, pour une machine propre à peigner la laine. Cette machine exécute, avec deux personnes, le travail de six

ouvriers ; qu'il faudrait employer, si l'on voulait peigner la laine à la main.

La Société d'Encouragement qui, depuis son institution (laquelle remonte au ministère du comte Chaptal), a fait les plus généreux sacrifices en faveur de l'industrie, proposa, dès 1807, un prix de 3,000 francs ; pour l'artiste qui présenterait un méchanisme propre à filer la laine peignée. Dès 1811, M. Dobo avait établi la machine qu'il imagina pour ce travail, dans la manufacture de M. Ternaux, à Bazancourt ; auprès de Reims ; les fils qu'elle produisit servirent, dans le principe, à fabriquer les tissus ras de mérinos. En 1815, M. Dobo remporta le prix qu'avait fondé la Société d'Encouragement.

A mesure que les arts se perfectionnent, ils se subdivisent, et leurs branches principales forment autant de professions indépendantes. Ainsi le filage de la laine, exécuté d'abord par les manufacturiers mêmes qui l'employaient pour fabriquer leurs étoffes, commence à devenir une industrie qu'on exploite dans des établissements séparés : tels sont celui de M. Prosper Bellanger à Darnetal, et celui de Bazancourt, que nous avons déjà cités ; celui de M. Chardron, à Autrecourt, près de Sédan ; celui que M. Dobo dirige, à

Bonsecours, dans le faubourg Saint-Antoine; celui de M. Poupart de Neuflize, à Mouzon, etc.

La méchanique, qui a rendu tant de services à la préparation, à la confection des fils, n'en a pas rendu de moins importants au tissage des étoffes. On a substitué des machines plus complètes et mieux exécutées aux anciens métiers dont l'usage était encore général, il y a vingt années. Les établissements qui sont restés les derniers à suivre ce progrès n'ont pu qu'avec détriment soutenir la concurrence contre les manufactures qui venaient d'acquérir des moyens de fabrication plus puissants, plus parfaits et plus expéditifs; ils ont été successivement forcés, par leur propre intérêt, d'abandonner les anciens métiers à tisser, surtout pour les draps les plus fins : ils ne s'en servent plus, que pour des draps dont les qualités sont inférieures, et même dans cet usage restreint, ils éprouvent un désavantage relatif très-marqué.

Les dernières opérations de la fabrique des draps, qui consistent à étirer les poils, une fois feutrés, puis à tondre les fils les plus saillants, pour rendre le tissu parfaitement uni, et lui donner à la fois du poli et de l'éclat; ces opérations, au lieu de s'exécuter à la

main, se font maintenant par des machines.

Je me contenterai de vous citer celles de MM. Poupart de Neuflize et John Collier, en vous indiquant les services qu'on en retire*.

Ajoutons enfin que le lustre des étoffes s'obtient par la compression, maintenant opérée avec des presses hydrauliques : machines nouvelles et puissantes.

L'emploi des machines a produit, dans la fabrication des draps, ce qu'il produit pour toute autre espèce de travaux. La répétition

* En 1820 et 1822, M. Abraham Poupart a pris des brevets d'invention pour d'autres tondeuses. La première, appelée *tondeuse circulaire*, ressemble beaucoup à la machine très-ingénieuse de Bramah, désignée sous le nom de *Planning machine*, et que j'ai fait connaître en France : c'est une roue horizontale armée de couteaux tondeurs. Cette machine agit à la fois sur quatre pièces de drap. Pour la conduire, il suffit de quatre personnes qui peuvent être des femmes ou des adolescents. Le grand avantage de ce système est dans la rapidité du travail.

L'autre invention de M. Abraham Poupart est ce qu'il appelle *la tondeuse à mouvement d'oscillation*. Dans cette machine, les barbes du drap sont coupées par des espèces de ciseaux dont on modifie la taille et le nombre des coupes, suivant la nature et la qualité des étoffes.

Avec la tondeuse circulaire on économise les $\frac{1}{10}$ de la force motrice ; avec l'autre tondeuse on économise $\frac{2}{10}$ seulement ; mais on obtient des résultats plus parfaits.

régulière et continue des mêmes mouvements; donne aux tissus l'uniformité qu'il est presque impossible d'acquérir, lorsqu'on fabrique avec la main de l'homme le mieux exercé. Les tissus sont de la même beauté, quoiqu'on emploie pour conduire et surveiller le jeu de la machine, des ouvriers qui n'aient pas fait du tissage une étude très-longue et très-pénible; tandis qu'auparavant la qualité de l'étoffe dépendait surtout de la dextérité des ouvriers, et de leur constante attention.

Aujourd'hui, pourvu qu'on soigne beaucoup le choix des laines et leur assortiment, il ne peut plus y avoir de causes d'une grande infériorité dans la qualité des étoffes, que par des opérations étrangères à la mécanique: telles que la teinture, le dégraissage et les apprêts.

Grâces aux moyens divers que nous venons d'énumérer, dès 1819, on regardait comme portées au plus haut degré de perfection, les étoffes drapées et les étoffes rases qui furent alors exposées par nos meilleurs fabricants. Depuis cette époque, ces fabricants se sont surpassés eux-mêmes, en apprenant à tirer un parti plus avantageux encore des moyens mécaniques dont ils étaient possesseurs.

Non-seulement la fabrication des draps les

plus fins s'est améliorée dans les villes qui, depuis long-temps, ont acquis une juste célébrité pour ce genre de travaux; mais cette industrie a pris l'essor, dans une foule de départements très-éloignés de ces centres de fabrication, où tout concourt au but unique de la perfection. Tel est le résultat obtenu dans le magnifique établissement de Beaumont-le-Roger, qu'on doit à MM. Odiot et Danet.

Dès 1819, d'après la déclaration du jury de l'Exposition, les départements de l'Aude, de l'Hérault, du Tarn, de l'Arriége, de l'Isère, de l'Oise et du Calvados, possédaient des fabriques de drap, où les progrès étaient tels, qu'elles surpassaient, par leurs productions, les plus belles draperies qui faisaient la réputation d'Abbeville, de Louviers et de Sedan, il n'y a pas quarante années.

Les Anglais, profitant de la suspension de notre commerce maritime, durant les dernières guerres, nous avaient complètement supplantés dans le Levant, pour la fourniture des étoffes de laine.

Nos fabricants du midi, cherchent à rentrer en lutte. Ils soignent les tissus dont les espèces plaisaient jadis aux Asiatiques ainsi qu'aux Africains. Avec les moyens nouveaux et si puissants que la mécanique leur offre,

pour rendre leurs étoffes plus régulières, et non moins solides quoique plus fines et plus économiques, il est juste d'espérer que nous reparaîtrons avec succès dans les marchés des Échelles du Levant. Alors la France verra se rouvrir l'une des sources de son opulence commerciale, et c'est aux applications de la méchanique qu'elle en sera redevable.

Nous défions toutes les concurrences, pour la fabrication et pour la vente des draps de la première beauté : ceux des Anglais n'ont qu'un éclat passager; tandis que les nôtres joignent à l'éclat, la force et la durée.

Mais nous sommes encore inférieurs dans les qualités moyennes et dans les qualités grossières. Sur les marchés étrangers, nous ne pouvons pas livrer nos draps communs aux mêmes prix que nos rivaux; parce que la matière première est meilleure et moins chère dans la Grande-Bretagne que dans la France, et parce que l'usage des machines n'est pas encore assez généralisé dans nos manufactures, pour la fabrication des draps les plus ordinaires. Demandons de nouveau, à l'agriculture, qu'elle multiplie ses troupeaux et surtout qu'elle en améliore les toisons. En même temps, démontrons à nos fabricants de draps communs, tout l'avantage qu'ils trouveront à sui-

vre l'exemple des fabricants des plus beaux tissus, dans l'adoption des nouvelles machines.

Une espèce importante de tissus que les Anglais confectionnaient avec une grande supériorité, et que nous pouvons aujourd'hui confectionner aussi bien qu'eux, ce sont les flanelles lisses et les flanelles croisées. Les progrès récents qui signalent cette branche d'industrie, sont également dus aux nouvelles machines adoptées pour carder et filer la laine. Un perfectionnement considérable se fait de même apercevoir dans l'ouvré des molletons et des couvertures.

Enfin les étoffes rases, telles que les tissus mérinos, ont acquis un nouveau degré de perfection, même depuis 1819.

Vous venez de voir par combien de moyens l'application de la science de l'équilibre et du mouvement a rendu la confection des draps, plus simple, plus rapide et plus économique. Mais il restait à résoudre un problème de mécanique encore plus difficile : c'était, dans le trajet sinueux qui s'opère, depuis le producteur jusques au consommateur, d'obtenir que les tissus, fabriqués à meilleur marché, ne conservent pas dans leur prix une immuable cherté. On a tenté récemment cette grande solution. Un tel service a fait jeter des cris

égaux à ceux qu'entendirent vos pères, lorsqu'on leur apporta le quinquina, l'inoculation et la vaccine, pour guérir leurs enfants de la fièvre et de la petite vérole. Tenez-vous donc pour bien avertis à cet égard; et si, dans quelque boutique, le garçon vous demande fièrement, à quel titre vous osez réclamer sur les draps, un rabais inusité!.... répondez modestement : « C'est au nom de la mécanique. »

Je vais à présent vous parler d'une industrie toute nouvelle : elle a pour objet la fabrication des tissus de Cachemire, ainsi nommés, parce qu'ils sont une imitation de ceux qui nous viennent de cette contrée.

Vous devez être surpris, au premier abord, de voir que l'art de travailler avec perfection les tissus qui conservent le mieux la chaleur, et qui, par conséquent, garantissent le mieux contre le froid, ait pris naissance sous un ciel brûlant, et dans le voisinage de la zône torride. C'est que, dans les climats les plus chauds, le ciel, presque toujours serein, donne à la nuit une extrême fraîcheur, qui produit les rosées les plus abondantes et les plus dangereuses. Ces changements quotidiens de température, exigent un genre de vêtement qui les rendent moins sensibles à l'organisation humaine.

Lorsque l'armée française aborda sur la côte de l'Afrique et fit la conquête de l'Égypte, les officiers apprécièrent bientôt toutes les qualités des tissus de Cachemire, et l'importance de leur usage, même dans nos climats tempérés; moins pour les hommes, il est vrai, que pour les femmes, qu'une mode insensée, autant qu'indécente, réduisait alors à la demi-nudité. Aussi fut-ce peu de temps après le retour de l'armée d'Égypte, que les Françaises commencèrent à porter des châles.

Nos fabricants essayèrent d'imiter ces précieux tissus; ils éprouvèrent des difficultés extraordinaires.

Ils employèrent, d'abord la laine la plus fine et la plus douce des mérinos. Cependant cette matière première, malgré sa beauté, fut reconnue comme étant inférieure à celle des châles indiens de la première qualité. Alors un fabricant français (qui est en même temps un grand commerçant) imagina de faire venir, par la Russie, le duvet des chèvres de la Haute-Asie, et de l'employer à cette fabrication. Il ouvrit de la sorte une nouvelle branche de commerce, qui prit ensuite des accroissements de plus en plus rapides *.

* D'après la déclaration du Jury de 1819, c'est M. Ter-

Les méthodes récemment perfectionnées pour trier, peigner et filer la laine des mérinos, furent appliquées au duvet de Cachemire. Les qualités et la contexture particulières de ce duvet exigeaient qu'on apportât à ces méthodes spéciales, des modifications qui présentèrent de nouveaux problèmes à résoudre; le génie de nos fabricants les a résolus avec un plein succès.

Parmi nos manufacturiers qui se sont livrés spécialement à ce travail, il faut citer surtout MM. Polino frères et M. Hindenlang. Ils ont fait des progrès très-marqués, depuis 1819 jusqu'en 1823.

Le même fabricant qui avait eu l'heureuse idée de transporter, à travers l'Europe orientale, la toison des chèvres de la Haute-Asie, M. Ternaux, conçut le projet de naturaliser en France les chèvres qui fournissent leur duvet aux manufacturiers de l'Indostan. Il confia l'exécution de ce projet au savant orientaliste, M. Jaubert, qui avait long-temps résidé dans la Perse. M. le duc de Richelieu favorisa cette entreprise, et comme premier ministre de France, et comme ancien gouverneur de Crimée, et comme ami

naux qui le premier, en France, a fabriqué des châles avec le duvet des chèvres de l'Asie.

de S. M. l'Empereur des Russies. Le concours de toutes ces circonstances pouvait seul produire le succès de l'expédition, mais aussi le succès en fut complet. Aujourd'hui ces chèvres sont acclimatées dans le nord et dans le sud de la France.

Nous avons vu, lors de la dernière Exposition, un tissu ras que le directeur du commerce, des manufactures et des haras de France, a fait exécuter, avec le duvet des chèvres acquises par le gouvernement et placées dans la bergerie royale de Perpignan. Nous pouvons dire hardiment qu'aucun châle de l'Inde n'approche du degré de finesse, d'égalité, de force de ce tissu; sans que cette force ôte rien à la souplesse, au moelleux de l'étoffe.

Avant d'obtenir cet éclatant succès, l'importateur des chèvres de l'Asie avait reçu la récompense qu'il était en droit d'attendre des ennemis nés de toute innovation, de tout perfectionnement. D'abord on prétendit que les chèvres dont il amenait en France la précieuse espèce, n'étaient pas de celles qui fournissent leur duvet aux fabrications du pays de Cachemire. On assura que ce duvet ne conserverait pas ses qualités et ce qu'il avait de beauté, s'il en avait! On renouvela, pour décréditer les chèvres de l'Orient naturalisées en France, les mêmes arguments qu'on avait employés con-

tre les mérinos de l'Espagne, introduits dans notre pays. On peut assurer le même déplaisir aux hommes qui prédirent, dans les deux cas, un insuccès devenu l'objet de leurs vœux les plus ardents. Le gouvernement et la France recueilleront les fruits de l'une et de l'autre importation, malgré tous les pronostics, et malgré tous les désirs contraires. Cependant, messieurs, quelle déplorable envie n'est pas celle qui ne saurait être déçue et punie, que par les progrès du bien public!

L'art de tisser les châles avec le duvet de Cachemire, s'est élevé, par degrés rapides, à toute la perfection que pouvaient procurer les nouvelles machines employées en France. Nous avons admiré, lors de la dernière Exposition, des châles de la plus grande largeur et d'une longueur proportionnée, tissés partout avec la même égalité, et d'une seule pièce; ce qu'on ne voit presque jamais dans les châles de l'Inde. Dans ces derniers, en effet, on reconnaît les morceaux, à des reprises qui, rarement, sont aussi bien faites qu'on pourrait le désirer.

Le travail des ornements et des palmettes était surtout ce qui présentait de grands obstacles à vaincre.

La fabrication des châles de l'Inde est l'œuvre du temps et de la patience. Les fils colorés,

qui servent à former les fleurs et les ornements des bordures et des palmettes, sont passés et repassés à la main, dessus et dessous le tissu, en les fixant par un nœud artistement exécuté, chaque fois qu'on opère ce retour. Un pareil procédé, pour ne pas exiger des dépenses excessives, ne peut être suivi que dans une contrée telle que l'Indostan, où la main-d'œuvre des hommes et des femmes à qui l'on confie ces opérations, doit être payée à très-bas prix.

Nos fabricants imaginèrent d'abord de confectionner les ornements de leurs châles, de la même manière que nous brochons nos étoffes de Lyon : avec des trames de diverses couleurs. Cette méthode exigeait que l'on comprimât, par de fortes battues, les fils de chaque trame; elle nécessitait une grande résistance dans les fils de la chaîne. C'est pourquoi, dans le principe, on ne put réussir à faire des fils de cachemire assez forts pour supporter ces battues. Aussi les chaînes furent-elles d'abord en soie.

Lorsqu'on parvint à fabriquer des tissus dont un côté seulement était aussi beau que celui des châles de l'Inde, une difficulté nouvelle se présenta. Les femmes déclarèrent qu'elles n'accordaient leur estime qu'aux châles dont le dessous ne différait en rien du dessus des châles de l'Asie. Elles avaient bien la res-

source de les ployer de manière que le seul beau côté fût apparent; mais elles ne pouvaient pas empêcher qu'au milieu d'un cercle brillant, une amie officieuse, en passant la main sur le bord du précieux tissu, pour l'admirer, ne le retournât soudain, par un mouvement imperceptible. Alors il se faisait un changement subit, sur la physionomie de la belle admiratrice; le pauvre châle était jugé sans autre examen, et déchu pour toujours de l'estime qu'il s'était attirée par sa magnifique apparence. Vous concevez, Messieurs, qu'une personne qui connaît les vrais avantages de sa parure, et qui a le sentiment de sa dignité, ne résiste pas à de semblables disgrâces. Aux yeux des femmes élégantes, les châles simplement brochés furent condamnés irrévocablement. Il fallut imiter le travail de l'Inde. Nos fabricants y parvinrent avec beaucoup de talent; ce fut M. Bauson qui le premier eut ce mérite, après M. Ternaux. Dès 1819, il produisit à l'Exposition, des châles exécutés suivant ce système, d'une manière très-remarquable. Depuis cette époque, un assez grand nombre de fabricants ont obtenu des résultats pareils; l'imitation est devenue meilleure chaque année; elle est parfaite aujourd'hui. Il y a seulement cette différence entre le travail exécuté par nos ouvriers et par ceux de Cachemire, qu'il faut aux nô-

très beaucoup moins de temps pour achever autant d'ouvrage; ce qui compense en partie la grande inégalité des prix de la main-d'œuvre, dans la France, et dans l'Indostan.

Il s'en faut de beaucoup que les femmes européennes avouent encore que nous avons atteint le degré de perfection qui fait le prix des ornements d'un cachemire de l'Inde. Leur sexe a, comme le nôtre, ses préjugés contre les innovations: même à l'égard de la mode. Il serait injuste d'exiger d'elles, au sujet de leurs plaisirs, une philosophie dont nous manquons, nous, au sujet de nos affaires. Nous-mêmes, en effet, si nous avions à juger pour elles, est-il bien certain qu'on nous ferait admettre tout-à-coup que des tissus fabriqués en Europe, en France, dans Paris, auront un jour à nos yeux, autant de prix que des tissus, exactement pareils, mais fabriqués dans un autre hémisphère, auprès du Thibet, et par des Hindous!.. Cependant, comme les femmes sont en général plus promptes que nous à bien saisir leurs vrais intérêts, surtout quand ils se rapportent à leur parure, soyons tranquilles sur l'avenir; il assurera le succès des beaux tissus français, exécutés avec le précieux duvet de Cachemire.

Ce qu'il nous importe ici d'observer, c'est la puissance de notre industrie, au degré d'a-

vancement où cette industrie se trouve aujourd'hui portée. Un genre de fabrication tout nouveau par la matière première et les procédés que cette matière exige, est entrepris chez nous il y a vingt ans. Il s'agit de lutter contre un peuple qui, dès les temps historiques les plus anciens, excellait dans l'art que nous voulons acquérir. Il s'agit de lutter, sur-le-champ, contre un peuple qui jouit de la prodigieuse habileté manuelle que peut donner une profession transmise de père en fils, depuis trois mille ans. Il s'agit enfin de soutenir cette rivalité, en employant nos ouvriers dont la paie est bien plus chère que celle des ouvriers de l'Inde, et en allant chercher la matière première à trois mille lieues de distance. Eh bien! Messieurs, dans le court espace de vingt années, l'industrie française triomphe de toutes ces difficultés; elle imagine des modifications à ses procédés méchaniques de peignage, de filage et de tissage; elle divise habilement le travail, pour arriver à la rapidité, à l'excellence de la fabrication; enfin elle exécute des châles qui, transportés dans la capitale de la Perse et dans les grandes cités de l'Inde, sont admirés par les Asiatiques les plus aptes à juger du mérite de tels ouvrages. Les produits qui sont dus à nos fabriques naissantes, sont pris, par les Orientaux mêmes, pour

des chefs-d'œuvre de leur industrie séculaire, et renvoyés en Europe, confondus avec les plus beaux tissus de l'Asie. Ainsi nous sont revenus quelques-uns des superbes châles fabriqués par M. Lagorce.

Mais nous n'en sommes pas restés à la servile copie de ces tissus de l'Indostan. Depuis dix années, nous avons apporté une variété prodigieuse dans la fabrication de nos châles. Nous avons imité, non-seulement les palmes bizarres enfantées par le caprice de l'Orient, mais les plus belles fleurs qui naissent dans nos climats. Ces produits ont fait fortune à l'étranger plutôt qu'en France; parce que chez nous l'*étrangeté* de l'origine, n'ajoutait pas, comme chez les autres peuples, au mérite idéal de produits dont le seul défaut, à nos yeux, est d'être indigènes! Nous avons fabriqué des châles en laine mérinos, en duvet de chèvre, en soie pure, en soie et coton. Chacune de ces matières, pour être traitée avec succès, présentait des difficultés particulières qui, toutes, ont été surmontées. L'art d'imprimer sur les étoffes a pu confectionner aussi des châles imitant les dessins et le coloris des cachemires. C'est ainsi, messieurs, que Paris, Lyon, Saint-Quentin, Mulhouse et Nimes sont entrées successivement dans la lice. Ces villes ont fait prendre

un développement prodigieux à la nouvelle industrie dont nous essayons d'indiquer le mérite et les progrès. Aujourd'hui, dans la seule fabrication dont Paris est le centre, cette industrie emploie des matières brutes pour 5,800,000 francs; la matière ouvrée vaut 14,800,000 francs, et le tiers en est vendu chez l'étranger; ce qui suffit presque au paiement des matières premières *.

Ces magnifiques résultats dépendent à tel point de l'avancement de la méchanique appliquée aux arts, que si, dix ans plus tôt seulement, lorsque cette application n'avait pas fait d'aussi grands progrès en France, nous eussions essayé de rivaliser avec les Indiens, pour la fabrication des cachemires, nous serions restés infiniment au-dessous d'eux; nous n'eussions pas même pu préparer de simples fils, comparables à ceux de leurs plus beaux tissus.

Une industrie depuis long-temps florissante, a fait néanmoins des progrès inespérés, dans le court période dont nous retraçons l'histoire, c'est le travail des soieries.

Durant ce période, la culture des mûriers a

* Ces valeurs numériques sont tirées du beau travail statistique, exécuté pour le département de la Seine, d'après les directions de M. Fourier, secrétaire perpétuel

pris en France beaucoup d'accroissement. Depuis 1819 jusqu'à l'année 1823, on évalue à plus d'un million le nombre des nouveaux plants de l'arbre dont la feuille alimente le ver à soie. Cependant nos agriculteurs peuvent augmenter considérablement leurs plantations de ce genre, sans craindre de nourrir trop de vers à soie, et d'obtenir plus de cocons que n'en peuvent mettre en œuvre nos seules manufactures.

Nous n'élevions autrefois que le ver qui produit la soie jaune ordinaire, laquelle ne peut servir aux tissus blancs, qu'après avoir subi des opérations qui en diminuent la force et la durée. Ces procédés perfectionnés, en 1809, par un de nos manufacturiers les plus savants en chimie, M. Roard, ne peuvent empêcher un déchet qui surpasse encore 25 pour cent. Enfin le blanc qu'on obtient s'altère à la longue; il reprend, avec les années, une teinte jaunâtre.

On trouve à la Chine un ver qui donne de la soie d'un blanc parfait, et qu'à raison de son origine, on nomme soie *sina*. La force et la blancheur de cette soie la rendent surtout

de l'Académie des sciences, et publié par M. de Chabrol, dont ce même travail atteste la sollicitude éclairée pour le bien public.

précieuse pour la fabrication des crêpes et des tulles. L'éducation du ver qui la produit fut introduite en France, il y a plus de quarante ans. Depuis cette époque, on l'avait presque entièrement abandonnée; elle fut reprise, en 1808, par les soins du gouvernement, et d'après les suggestions éclairées du comité consultatif des arts et manufactures. Aussitôt la Société d'Encouragement, qui saisit avec un zèle généreux toutes les occasions de servir l'industrie nationale, offrit un prix de 2,000 francs au propriétaire qui, dans un temps déterminé, aurait entrepris avec le plus d'étendue l'éducation du ver à soie sina. Ces soins ont prospéré. La culture de cette précieuse chrysalide s'étend chaque année; elle donne des fils dont les prix sont plus élevés que ceux de la soie jaune ordinaire, et que le commerce recherche néanmoins avec avidité. Ce résultat doit encourager les cultivateurs à préférer l'éducation de l'espèce nouvelle.

Dès à présent, Messieurs, la France emploie dans ses fabriques, le tiers de la soie sina tirée de la Chine ou produite sur d'autres territoires, pour l'usage de toutes les nations industrieuses!

L'art de filer la soie a fait des progrès remarquables. A l'exposition de 1806, M. Gen-

soul obtint une médaille d'or pour l'appareil ingénieux qui lui sert à chauffer, par la vapeur, l'eau des bassines dans lesquelles on met les cocons qu'il s'agit de dévider.

Par le secours de la méchanique, M. Bonnard a perfectionné le tirage de la soie, au point de pouvoir filer avec un seul cocon; ce qui donne un fil plus fin que ne l'exigent les tissus les plus délicats. Il a donc porté cette partie de la manutention des soieries au delà du terme atteint dans toutes les autres parties.

Un travail très-important, à cause de l'usage qu'il permet de faire d'une matière précieuse, c'est le filage de la bourre de soie. Jusqu'à ces derniers temps, une telle opération, pour les fils les plus fins, n'était point exécutée à la méchanique, dans nos ateliers. La Société d'Encouragement s'est encore empressée d'offrir un prix pour remplir cette lacune. Ses soins n'ont pas été infructueux; car l'exposition de 1819 a montré les produits d'un établissement formé par M. Pascal Esmieu, de Saillant, département de la Drôme, où l'on a filé la soie jusqu'au n°. 140. Nul autre, avant lui, n'avait atteint ce degré de finesse. Il exécute aussi les fils à brocher, mêlés de laine et de soie. A plus forte raison confectionne-t-il les fils

27221

ordinaires de filoselle, qui servent aux étoffes communes fabriquées dans le midi de la France.

Depuis 1819, l'art de préparer la soie a fait de nouveaux progrès.

Le tissage des soieries a dû des perfectionnements remarquables, aux nouvelles machines en usage depuis quinze années. Les anciennes avaient d'abord l'inconvénient d'une grande complication; elles étaient embarrassées par une multitude de cordes et de pédales; leur mise en action nécessitait le concours de plusieurs individus. Pour exécuter ce travail on prenait des enfants et surtout de jeunes filles, qu'une telle occupation contraignait à garder, durant toute la journée, des attitudes pénibles; attitudes qui déformaient leurs membres délicats, et qui souvent leur faisaient contracter des infirmités mortelles.

Aujourd'hui, Messieurs, tous ces inconvénients ont disparu. Le nouveau méchanisme, inventé par M. Jacquart, n'exige pas cette action pénible d'une jeunesse dont elle compromettait la force et la santé. Avec le métier qu'on appelle à la Jacquart, du nom de son inventeur, on exécute les tissus façonnés, quelle que soit leur complication, par le secours d'un seul ouvrier. Cet ouvrier manœu-

vre avec autant d'aisance et de rapidité, que s'il fabriquait le plus simple tissu.

J'aurai souvent à vous signaler de semblables bienfaits de la science méchanique. Vous verrez que le but constant de ses recherches et de ses améliorations, est d'affranchir l'industrie, de ces pratiques pénibles et dangereuses, qui réduisent l'ouvrier à l'exercice d'une force purement animale, de ces pratiques qui demandent de lui des efforts dont la nature et la fréquence nuisent au développement de ses facultés physiques; et finissent par altérer sa constitution, détruire sa santé, et hâter la fin d'une carrière infortunée.

Autrefois la ville de Lyon, ce vaste théâtre de la brillante industrie que nous décrivons en ce moment, ne s'attachait guère à produire que les étoffes de luxe appropriées à la somptuosité des riches hôtels, des temples et des palais. Durant des époques désastreuses, elle a vu l'opulence des grands consommateurs tarir dans sa source. Elle a dû tourner ses espérances vers de plus modestes pratiques. Elle s'est exercée dans un genre dont Nimes a fait sa ressource principale. Elle a façonné des tissus simples, légers, commodes et peu coûteux; sans renoncer d'ailleurs aux chefs-d'œuvre de ses anciens produits. Afin d'at-

teindre un degré d'économie encore plus rapproché des petites fortunes, Lyon s'est appliquée à marier, dans les tissus; la soie avec le coton. Le nombre des métiers qu'elle occupe dans son enceinte s'est accru par degrés, et néanmoins n'a pu suffire; il a fallu confier une partie de ce travail aux habitants des campagnes environnantes, sur un territoire de vingt lieues de diamètre. Exhortons les habiles manufacturiers de Lyon, à persévérer dans cette route nouvelle, pour donner des produits qui réunissent la beauté du coup d'œil à la modicité des prix. Plus ils travailleront à bon marché, plus ils verront se multiplier la classe des consommateurs qui peuvent s'élever jusqu'à l'usage de leurs tissus. La méchanique offrira des ressources fécondes, toutes les fois qu'il s'agira d'atteindre ce but, désirable à la fois pour la généralité des citoyens et pour la classe des producteurs.

En mettant à profit les perfectionnements du tissage, dus aux récentes applications de la méchanique, M. Depouilly, de Lyon, est parvenu à tisser le crêpe des Indes, et M. Beauvais le crêpe de la Chine, que jusqu'à ce jour les Européens n'avaient pas imité; c'est un tissu de la beauté la plus exquise.

En 1802, la France ne savait pas encore

fabriquer le tulle à mailles fixes et à double nœud. M. Bonnard de Lyon réussit à nous donner cette nouvelle branche d'industrie, dont il ravit le secret à l'Angleterre; à l'Angleterre qui l'avait elle-même emprunté de la France, et rendu fructueux par une ingénieuse application. Ce secret tenait à la connaissance de la machine propre à produire le tissu, et à l'emploi de la soie sina que nous ne possédions encore que par les achats du commerce. M. Bonnard, après avoir perfectionné au plus haut degré le filage de la soie, en a fait un emploi très-heureux pour la confection des tulles. Dès 1819, Lyon et la contrée circonvoisine possédaient plus de deux mille métiers à tulle, et tous étaient en activité. La fabrication des crêpes est pareillement améliorée; elle s'est élevée jusqu'à la perfection, dans les ateliers de MM. Banse et Raste Maupas, à Lyon. Ces manufacturiers, par le méchanisme le plus ingénieux, ont trouvé l'art de varier à volonté, des ondulations déterminées, pour donner au frisé de leurs crêpes l'aspect précis que l'imagination peut concevoir.

Telles sont, Messieurs, les améliorations les plus remarquables que nous présente le travail des soieries.

Pour compléter l'historique des tissus fabri-

qués avec des produits du territoire français, je dirai quelques mots des tissus pour lesquels on emploie le chanvre et le lin.

Il y a plus de quinze années, l'autorité publique proposa solennellement un prix d'un million, pour le mécanicien qui trouverait le moyen de filer le lin avec un métier, en atteignant le même degré de finesse que dans le filage du coton. Si ce prix eût été maintenu, la grandeur de la récompense aurait certainement conduit à ce but si désirable, malgré les difficultés extraordinaires que présente la solution d'un tel problème.

Le filage mécanique du chanvre et du lin, quoiqu'il soit encore éloigné de la perfection, a fait des progrès remarquables : pratiqué d'abord en Angleterre et surtout en Écosse, pour les tissus grossiers tels que les toiles à voiles, on l'a surtout amélioré depuis la paix de 1814, pour l'appliquer à des tissus plus fins. Les Français ont introduit ce travail mécanique, au sein de notre patrie, où l'on compte déjà plusieurs filatures qui l'exécutent avec succès*.

Le tissage des toiles à voiles présente aussi quelques améliorations : nous avons imité l'ou-

* Nous citerons particulièrement celle de Creil, établie par M. Breidt, dans le département de Seine-et-Oise.

vrédes toiles de cette espèce, tel que les Hollandais et les Russes le pratiquent.

Nos manufacturiers ont introduit chez nous la confection des toiles damassées, principalement employées comme linge de table. On n'a réussi d'abord dans ce genre de fabrication, qu'en empruntant les méchanismes particuliers dont la Silésie était seule en possession. Quand nous avons eûmes conquis la Prusse, le ministre de l'intérieur fit venir de ce royaume un modèle des métiers mis en usage dans la Silésie, avec un ouvrier qui sût les monter et les manœuvrer. On déposa ce modèle au Conservatoire, où l'on forma des élèves pour le tissage des toiles damassées. Ce nouveau genre d'industrie se répandit bientôt d'un bout à l'autre de la France; et, dès 1819, les Basses-Pyrénées, le Doubs, l'Aisne et le Nord envoyèrent des produits qui furent distingués pour leur belle fabrication.

En 1823, ces produits ont été surpassés encore. On a vu des toiles damasées qui avaient 5 mètres $\frac{1}{2}$ de large, et qui n'étaient pas moins remarquables pour l'excellence des dessins que pour la finesse et l'égalité du tissu : elles sont exécutées avec des métiers à la Jacquart, dont l'invention méchanique appartient à l'époque embrassée dans ce discours.

Il faut parler maintenant des améliorations que présente une branche d'industrie d'une tout autre conséquence pour la richesse manufacturière et commerciale de la France : il faut suivre les progrès de la fabrication des cotons.

En France, les perfectionnements du filage n'ont pas précédé ceux du tissage. Nous avons été d'abord obligés d'autoriser, de tolérer du moins, l'importation du coton filé par les étrangers, et surtout par les Anglais, lesquels eurent eux-mêmes beaucoup de peine à permettre l'exportation de cette matière ainsi préparée. Les Anglais avaient sur nous, dans ce genre d'industrie, une avance d'au moins trente années. Ce fut en effet dès 1770 qu'Arkwright mit en action sa mécanique propre à filer le coton; et c'est après 1800 que les Français sont entrés sérieusement dans la lice, pour disputer à nos rivaux d'outre mer, la fabrication d'un genre de produits dont le goût est devenu de plus en plus étendu dans les deux mondes.

On doit au gouvernement d'avoir donné les plus grands encouragements au filage exécuté par nos ateliers. Il a d'abord appelé, de la Grande-Bretagne, des artistes qui sussent construire des métiers propres à ce filage; il a fait exécuter des métiers-modèles qui sont de-

meurés exposés, soit à Paris au Conservatoire, soit dans les principales villes manufacturières, où les fabricants purent les étudier et les imiter. Ces soins ont eu des succès si rapides que, dès 1806, le Jury de l'Exposition déclara qu'à l'avenir il n'était nécessaire d'accorder des encouragements qu'aux fils dont la finesse surpasserait celle du n°. 60. Depuis ce temps la France a vu se former dans son sein des établissements qui ont produit des fils assez fins pour servir à la fabrication de nos belles mousselines. A l'exposition de 1819, ces établissements ont présenté des fils préparés à tous les degrés de finesse, depuis le n°. 120 jusqu'au n°. 200.

Je vous donnerai sur-le-champ l'idée de la ténuité que supposent ces numéros, en vous disant qu'un seul kilogramme de coton filé au n°. 200, s'il était tendu en ligne droite, aurait une longueur de quatre cent mille mètres; et qu'avec une livre de coton, filée au même numéro, vous pourriez enceindre sept fois la ville de Paris, en supposant sept lieues de tour à cette capitale.

Dès 1819, le problème relatif à la finesse était réellement résolu. Mais nous étions loin d'exécuter le filage avec simplicité, rapidité, économie, et certitude de succès: qualités qui

seules pourront permettre au fabricant français de soutenir la concurrence en ce genre, contre la redoutable industrie des Anglais. Depuis 1819, nous avons fait des progrès marqués, soit par l'accroissement du nombre des filatures, soit par l'économie du travail et de la matière dans les fabrications, soit par l'égalité mieux soutenue et la force mieux répartie des fils les plus fins. Durant ce court période, nous avons peu perfectionné les méchaniques employées pour obtenir de tels résultats; mais nous avons appris à nous mieux servir de ces méchaniques : nous les avons ainsi réellement améliorées dans la partie qui dépend de nos soins habituels et de notre dextérité. Le département du Nord s'est distingué d'une manière éclatante par ses travaux les plus récents; ils continuent dignement ses premiers succès dans cette branche d'industrie.

Il n'y a que vingt années, un absurde préjugé persuadait encore à beaucoup de personnes, que les Français étaient incapables d'égaler les Anglais, pour l'excellence du tissage des cotons, et surtout des cotons fins. Il aurait suffi de leur faire observer que notre industrie produisait depuis long-temps des résultats aussi remarquables dans leur genre, que les chefs-d'œuvre les plus parfaits de cette indus-

trie britannique, laquelle, d'ailleurs, était d'une origine toute récente. Nos soieries et nos batistes démontraient victorieusement que nos tisserands pouvaient exécuter les tissus les plus fins, en leur conservant beaucoup de force, et en leur donnant une parfaite égalité dans toutes leurs parties.

C'est en 1803 que la ville de Saint-Quentin vit établir dans son sein des manufactures pour tisser le coton; cette ville et la contrée circonvoisine étaient jadis un centre pour les linons, et les batistes, dont la fabrication florit, en France, jusqu'à l'époque où le fameux traité de commerce de 1786 vint porter un coup fatal à cette branche de notre industrie. Le tissage des cotons trouva, dans Saint-Quentin, beaucoup d'ouvriers propres au nouveau genre de travail; mais bientôt, malgré leur nombre, ils ne purent suffire à la demande des fabricants. On fut obligé de former des élèves et d'appeler des sujets pris dans les autres parties de la France. Aussi, grâces à cette seule branche d'industrie, malgré les fléaux produits par douze années de guerre et deux invasions, la population de Saint-Quentin s'était accrue d'un quart depuis 1803 jusqu'à la fin de 1817: elle compte aujourd'hui 15,710 habitants.

En 1803, Tarare ne fabriquait guère que

des siamoises et des toiles de coton d'une qualité commune. Cette ville est aujourd'hui parvenue à produire tous les degrés de finesse dans le tissage des cotons; elle est parvenue à tisser des mousselines qui rivalisent avec tout ce que l'Inde et l'Angleterre peuvent nous offrir de plus parfait. Les travaux préparatoires qu'exige une telle fabrication, distribués aux habitants des montagnes du Beaujolais, sont exécutés par les familles des agriculteurs, dans les temps de l'année, et durant les moments du jour où ces familles ne peuvent se livrer au labeur des champs.

Grâce à l'ensemble de ces progrès dans l'application de la méchanique au tissage des cotons, la France, qui ne tirait de l'étranger, en 1800, que 9,245,500 kilogrammes de coton; la France qui, malgré ses accroissements de territoire, ne tirait en 1811, que 8,266,700 kilogrammes de cette matière première; la France en 1822, réduite à ses anciennes limites, a reçu de l'étranger 21,573,400 kilogrammes de coton brut. Ainsi, messieurs, depuis le commencement de ce siècle, nous avons plus que doublé l'importation de ce beau produit végétal; nous savons le mettre en œuvre par des procédés plus avantageux et plus économiques; nous savons donner à nos tissus plus d'égalité, de force, et

de finesse. Nous approchons de l'époque où nous n'aurons plus de supérieurs dans cette branche d'industrie. Mais nous ne sommes pas encore au premier rang, et c'est à nous y placer que nos efforts doivent tendre.

Je ne pousserai pas plus loin le tableau des perfectionnements qu'a reçus, dans ce siècle, la fabrication des tissus; afin de pouvoir vous indiquer les progrès les plus remarquables que les autres branches de l'industrie nous présentent, dans le même laps de temps.

Les teintures en étoffes, rendues à la fois d'un meilleur goût et d'un moindre prix, par l'amélioration des procédés méchaniques; et les teintures en papier, imitant l'étoffe et la peinture, sans devenir plus chères, quoique rendues plus élégantes et plus belles.

Pour la préparation de la peau des animaux: les cuirs vernis de l'Angleterre et de l'Allemagne, et le cuir de Russie, parfaitement imités; le maroquin des Asiatiques, surpassé dans nos ateliers.

Le papier d'une longueur indéfinie, produit par des machines ingénieuses, inventées en France, employées en grand, chez l'étranger d'abord et chez nous après, suivant l'usage ordinaire; les beaux papiers à lavis de l'Angleterre et de la Hollande, égalés par les

fabricants d'Annonay ; les cartons d'apprêt pour le lustrage des étoffes, achetés chez nos rivaux dans le siècle dernier, et, maintenant, confectionnés chez nous.

Parmi les arts dont la matière première est fournie par le règne minéral : le fer, épuré, étiré, laminé par des cylindres qui lui donnent des qualités nouvelles, et rendent moins coûteuse sa préparation ; l'art de faire les aciers s'élevant au plus haut degré de la perfection dans nos ateliers, et donnant une impulsion nouvelle à la fabrication des outils et des instruments nécessaires à la plupart des arts. La confection des vis à bois, opérée en grand avec un système de machines habilement combiné, et procurant à la France une exportation lucrative. La coutellerie, parvenant à donner enfin des produits à bon marché, sans être mauvais. Les scies, les râpes, les limes, les faulx, les faucilles, tirées jadis en totalité de l'Allemagne et surtout de la Styrie, mais fabriquées aujourd'hui par nos artistes ; les plus belles lames de Damas, imitées, égalées par des procédés que la science réclame. Les tôles, les fers-blancs, les feuilles d'acier coulé, que la France n'exécutait pas autrefois, laminées dans les plus grandes dimensions, avec une précision mathématique. L'art de former des fils et

des tissus de fer, d'acier, de laiton, de zinc et de platine, perfectionné dans toutes ses branches; enfin la bijouterie des aciers, s'élevant jusqu'au point de rivaliser avec les chefs-d'œuvre de Birmingham.

Dans le travail des métaux précieux : le plaqué d'or et d'argent, rendu en même temps plus solide et plus économique. Le vernis des métaux, varié et perfectionné; le moiré métallique, découvert par un Français.

Citons maintenant une foule de machines d'agriculture, tirées du dehors, et surtout de l'Angleterre, imitées dans nos ateliers et mises en usage dans nos campagnes. Des machines hydrauliques (le bélier, par exemple), inventées par nos compatriotes. Les machines déjà connues, telles que la presse et les roues hydrauliques, perfectionnées; au moins dans leur application, rendues susceptibles de produire un plus grand effet, et, par-là, d'équivaloir à la multiplication gratuite des forces motrices dont l'industrie compose sa richesse première. La machine à vapeur, appliquée aux grandes usines, sur une foule de points de notre territoire; et l'art même de fabriquer ces machines, exercé, développé, perfectionné dans les cités de la France.

Pour les machines de précision qui servent

aux arts d'observation et aux sciences exactes : les instruments de physique, d'optique, d'astronomie, de navigation, atteignant à beaucoup d'égards une perfection dont les Anglais avaient été jusqu'alors les possesseurs exclusifs; l'horlogerie de la France, mise hors de pair avec celle des étrangers les plus industrieux, par Bréguet et par les élèves qui survivent à cet artiste célèbre, pour conserver les traditions de son génie, et perpétuer la reproduction de ses chefs-d'œuvre.

Les procédés méchaniques de la typographie, simplifiés dans toutes leurs parties; la stéréotypie, le cliché, la lithographie, mettant à la portée des plus humbles fortunes, les productions des grands écrivains et tous les livres classiques, et les dessins qui rappellent ou de belles actions pour servir d'exemples à la vie, ou d'utiles méthodes pour diriger les travaux de nos arts. La gravure, recevant une application extraordinaire, par laquelle avec la même planche on peut tirer d'un dessin donné, un nombre indéfini, non-seulement d'épreuves qui soient de même grandeur que la planche, mais d'épreuves qui soient plus grandes ou plus petites, à volonté, et dans le rapport qu'on désire!....

Dans les autres applications de la méchani-

que aux beaux-arts : la fabrication des instruments à cordes, tels que le violon, la basse et la guitare, améliorée par les procédés mathématiques d'un ancien élève de l'école polytechnique; la harpe et le piano, rendus plus riches dans leurs moyens d'exécution, plus sûrs et plus parfaits dans l'étendue, l'éclat et la pureté de leurs sons.

Quant aux arts qui satisfont aux besoins de la société.... L'éclairage du gaz, inventé par la France, appliqué par l'Angleterre, puis rapporté chez nous, et reçu comme Montaigne assure que nous recevons la raison, « quand, dit-il avec esprit, au lieu de lui tendre les bras, plaisir nous est de lui tendre les griffes. » L'humble poterie, la simple faïence, rendues moins grossières, plus solides et mieux à l'épreuve du feu. L'élégance des formes, des couleurs et du dessin, venant embellir tous les vases qui servent aux travaux d'un ménage, à l'ornement de nos demeures. La porcelaine devenue moins chère, sans obtenir l'économie aux dépends de la beauté, et déjà n'étant plus un luxe déplacé pour les moyennes fortunes. Le porphyre, imité, égalé par une superbe industrie qui prépare à nos temples, à nos palais, des ornements que n'eurent point les palais et les

temples d'Alexandrie, de Rome et de Persépolis.

La taille des cristaux, ravie aux Anglais par la méchanique, et produisant des merveilles que nos rivaux n'avaient pas pu produire; parce que, dans nos ateliers, le travail manuel reçoit un prix nouveau de ce goût heureux des formes élégantes qui caractérise le talent de nos artistes.

Les pierres précieuses de l'Orient, imitées jusqu'à l'illusion la plus complète, et le luxe de l'orgueilleuse opulence, *consterné* de se voir égalé tout-à-coup, par les merveilles d'une industrie dont le défaut unique est de produire, à trop bas prix, ses admirables imitations!

Enfin, pour nos ameublements: les bois indigènes, étudiés dans leur nature et leurs beautés, et destinés à devenir, sous la main d'ouvriers habiles, des meubles pleins de goût, d'élégance et d'éclat; ces bois, taillés, sciés, polis, courbés, redressés, ajustés par des machines nouvelles, qui produisent à la fois beaucoup d'économie et de précision.

Quel laps de temps put donc suffire à tant de travaux? Sont-ils l'ensemble des efforts de vingt peuples divers, travaillant avec ardeur pendant plusieurs générations? Non, Messieurs je vous l'ai déjà dit, je n'ai voulu parler que

des travaux d'un seul peuple et d'une seule génération ; et la France, et vingt ans d'efforts ont produit tous ces miracles !....

Tandis que les arts de l'industrie particulière prenaient un aussi vaste essor, les arts des services publics ne restaient pas stationnaires. Les câbles en fer, adoptés pour préserver les vaisseaux, en beaucoup de cas, des accidents du naufrage. Les caisses métalliques, employées pour conserver fraîche et pure, l'eau qui sert à la vie des marins, durant les navigations les plus longues. Les illuminateurs ou verres convexes, mis en usage pour porter la lumière et contribuer à la salubrité dans les parties les plus obscures et les plus malsaines de la cale et des entreponts. La filature et la torsion des câbles et des cordages, perfectionnées par des machines qui font croître la force, en économisant la matière employée. L'art de construire, d'arrimer, de mâter, de gréer, de voiler, et d'armer les vaisseaux, amélioré par degrés dans la plupart de ses parties. L'hydrographie, commençant, poursuivant la description géométrique et astronomique de nos côtes ; et faisant, de cette grande entreprise, un monument national. La physique, reproduisant avec un succès nouveau, l'application de la lumière réfractée, à l'éclairage des

phares, et reculant ainsi les bornes d'où le navigateur peut fuir le danger de nos côtes, et découvrir l'asyle de nos ports. Tels sont les progrès des arts de la marine.

La fabrication de la poudre, rendue plus simple et plus économique, et donnant des produits supérieurs, grâces au meilleur emploi des moyens méchaniques. Des affuts, des caissons et des pontons nouveaux, essayés et perfectionnés. Les sabres, les fusils, les obusiers et plusieurs autres genres de bouches à feu, remodelés d'après des expériences ingénieuses et des évaluations rigoureuses, exécutés avec une exactitude nouvelle, à l'aide de machines et d'outils pareillement nouveaux, ou du moins nouvellement améliorés, dans un atelier de précision dont les excellentes méthodes sont un fruit des connaissances polytechniques. Tels sont les progrès de l'artillerie.

L'art de la guerre souterraine, perfectionné dans sa théorie comme dans sa pratique, et dans la production de ses effets les plus destructeurs; la forme et le tracé des ouvrages défensifs, mieux assujétis aux conditions de la guerre de siége et de campagne, par les applications d'une géométrie nouvelle; l'appréciation moins imparfaite de la figure et des dimensions les plus convenables dans la structure des édifices

militaires, et des remparts et des retranchements, pour résister à la poussée des terres et au choc des projectiles; la force de l'homme et des animaux nouvellement calculée, dans l'usage qu'on en peut faire, lorsqu'on exécute les travaux des fortifications. Enfin la science des machines ajoutant ses moyens aux travaux d'attaque et de défense; des ponts-levis plus parfaits, imaginés et mis en usage; des ponts militaires, dignes des conquêtes et des travaux de César, jetés par nos armées triomphantes, sur des fleuves auxquels ne put atteindre l'aigle romaine; et construits sous le feu de l'ennemi, avec le sang-froid et la perfection des travaux civils exécutés, en pleine paix, au sein de nos villes industrieuses. Tels sont les progrès du génie militaire.

Des routes de première classe, ouvertes dans la chaîne des Alpes, en triomphant de difficultés qui n'avaient pas été vaincues encore; des canaux en construction dans toutes les parties de la France, pour fournir, à l'industrie, des moyens de transport plus faciles et plus économiques; des chemins en fer, commencés en des positions qui les rendaient indispensables; des ponts en fer coulé, construits sur nos grandes rivières; et des ponts en câbles de fer, qui déjà s'apprêtent à suspendre leurs arceaux

renversés, au dessus de nos plus larges fleuves. Tels sont les progrès des ponts et chaussées.

Des mines de sel, de charbon, de fer, de zinc, de cuivre et d'étain, découvertes sur notre sol, exploitées par des moyens nouveaux, avec des machines améliorées. Enfin, la richesse minérale de la France, expliquée avec l'art d'en perfectionner l'exploitation, dans un grand ouvrage qui fait honneur à l'époque où nous vivons. Tels sont les services que notre patrie doit surtout aux directions savantes du corps des mines.

Voilà, messieurs, les progrès principaux dont je voulais vous donner une idée. Notre cœur se remplit d'une juste fierté, à la vue de ces nombreuses conquêtes faites par le génie, l'activité, le courage et la persévérance de nos plus habiles concitoyens. Il y a de la gloire, messieurs, dans ces nombreuses découvertes. Ce n'est plus du ramas de quelques métiers obscurs que se compose l'industrie d'un peuple tel que le nôtre. Cette industrie embrasse aujourd'hui l'application de toutes les sciences et de tous les beaux-arts, aux procédés qui peuvent nous donner les objets que réclament le besoin, le bien-être, le plaisir et la dignité de l'existence d'une nation grande et policée.

En contemplant les progrès immenses que

nous avons faits, ne croyez pas, messieurs, que nous n'en ayons plus à faire, et que nous puissions nous endormir sur nos trophées. Pour énumérer ce qui nous reste encore à compléter, à perfectionner; il faudrait un discours plus long que celui par lequel je viens d'indiquer nos acquisitions. J'aurai soin, dans mon cours, d'appeler toute vôtre attention sur les lacunes qu'on peut remarquer dans l'ensemble de notre industrie, sur les parties qui réclament tous vos efforts, et sur celles qui fourniront matière à vos succès futurs. Nous avançons à grands pas dans la carrière; mais d'autres peuples marchent à nos côtés, et l'un d'eux s'avance à plus grands pas encore! Gardons-nous de nous aveugler sur ses rapides progrès; et de nous abuser, en nous laissant séduire par une vanité décevante et pernicieuse. Ce serait le moyen de rester à jamais au-dessous des destinées où la civilisation moderne appelle, avec un juste orgueil, la nation française.

AVANTAGES SOCIAUX

D'UN ENSEIGNEMENT PUBLIC

APPLIQUÉ A L'INDUSTRIE,

EN RÉPONSE AUX OBSERVATIONS DE LA COMMISSION DU BUDJET DE 1825, FAITES DANS SON RAPPORT A LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS;

ÉCRIT A LONDRES EN JUILLET 1824, ET PUBLIÉ AUSSITOT APRÈS, A PARIS.

Les commissions chargées d'examiner le budjet, dans la chambre des députés, étant choisies à la majorité des suffrages, par chaque bureau, représentent en général sur les questions importantes l'opinion même de la majorité des députés.

Une telle remarque devient affligeante, lorsqu'on lit les observations que le rapporteur de la commission du budjet, pour l'année 1825, a cru devoir présenter à la chambre des députés, en examinant les chapitres V et VI des dépenses du ministère de l'intérieur.

Voici le texte du passage * sur lequel nous

* Nous prenons ce texte dans le Moniteur du 26 juin 1824.

croyons devoir attirer d'une manière spéciale l'attention du public et du ministère.

DÉPENSES DU MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR.

CHAPITRE V.

Agriculture, haras, commerce et manufactures.

« 120,000 francs sont accordés aux berge-
» ries royales et aux encouragements à l'agri-
» culture. En effet, il est des parties de la
» France où les encouragements lui seraient
» utiles et nécessaires. L'esprit d'entreprise
» qui se multiplie aujourd'hui partout où est
» l'argent et le crédit ne pénètre pas dans les
» champs pauvres où ne règnent que la rou-
» tine et l'ignorance. C'est là qu'un gouver-
» nement protecteur crée, en développant par
» des secours, l'industrie qui naît et qui mour-
» rait faute d'aliment. Mais on crée peu de
» choses avec un budjet de 60,000 francs.

» Les écoles d'arts et métiers ont été pour
» votre commission l'objet de sérieuses médi-
» tations : elle en a vu les inconvénients; ils
» sont ceux d'un siècle qui est *coupable* et *vic-*
» *time*, tout à la fois, d'une éducation long-
» temps étrangère aux premiers besoins de la
» société. Celle de ces maisons commence à

» dix-huit ans, âge où l'on n'a souvent plus
» que le mal à apprendre. On sait quels en ont
» été les fruits. Le gouvernement cherche à y
» porter remède : le peut-il par de simples mo-
» difications? Votre commission n'ose résoudre
» cette question. Mais si elle a été sérieuse-
» ment frappée des dangers, elle l'a été moins
» vivement des avantages. Les grandes villes
» de France fourmillent de bons enseigne-
» ments et de bons modèles mécaniques; l'in-
» dustrie, si utile et pourtant si négligée dans
» l'agriculture, trouve partout des stimulants,
» des exemples et des secours dans le com-
» merce : Lyon n'a pas eu besoin d'un enseigne-
» ment spécial et normal. En Angleterre, où
» on ne voit pas une seule de ces régies publi-
» ques qu'en France on prodigue à tout, Bir-
» mingham, Manchester et tant d'autres lieux
» sont nés du mouvement général, et ce mou-
» vement général existe aujourd'hui en France.
» Votre commission, Messieurs, n'a pu ni per-
» suader le ministre estimable qui protège ces
» établissements, ni l'être par lui. Elle aime-
» rait mieux voir les fonds qui s'y consacrent
» employés aux *parties nécessiteuses* de son
» budjet. Toutefois elle est loin de vous pro-
» poser un amendement à cet égard. C'est une
» chose que l'expérience du gouvernement doit

» encore mûrir, et elle se borne à espérer de » sa sollicitude les moyens de force et de pru- » dence qui, s'ils ne peuvent rendre ces pépi- » nières utiles, les empêchent au moins d'être » nuisibles. »

CHAPITRE VI.

Établissements scientifiques ou littéraires et beaux-arts.

« Le sujet que nous venons de traiter, » Messieurs, nous conduit sans peine à une » réflexion sur l'école des beaux-arts : nous » n'appliquerons sûrement pas à l'enseigne- » ment des beaux-arts ce que nous avons dit » de celui des arts et métiers. Ce qui fait la » gloire des nations ne peut trouver partout » des maîtres et des modèles, comme ce qui » fait leur profit. Cette école enfin fut insti- » tuée par Louis XIV; elle habita le Louvre, » ses titres sont *sacrés*, etc., etc. »

Quoique la commission ne propose aucune réduction sur les écoles d'arts et métiers, elle n'en laisse pas moins entrevoir clairement sa pensée. Les bergeries royales reçoivent trop peu, les autres encouragements donnés à l'a-

griculture ne sont pas assez considérables, et la commission indique cette partie des dépenses comme une des *parties nécessiteuses* du budjet.

Immédiatement après ce passage, que nous sommes loin de blâmer, le rapporteur commence une censure fort-vive des établissements qui ont pour but l'enseignement de l'industrie. La commission témoigne, sans détour, son désir de voir supprimer ces établissements. « Elle aimerait mieux, dit son rapporteur, » voir les fonds qui s'y consacrent *, employés aux *parties nécessiteuses* de son budjet (du ministre de l'intérieur.) »

Cette réflexion n'est pas une pensée particulière à M. le rapporteur : la commission la partage. La commission a fait des représentations sur cet objet; il y a eu, entre elle et le ministre de l'intérieur, explications, discussions en forme, et malheureusement sans fruit de la part du ministre. « Votre commission, » Messieurs, n'a pu ni persuader le ministre » estimable qui protége ces établissements, ni » l'être ** par lui. »

Cependant la commission, par une réserve

* Lisez probablement : *qu'on y consacre*

** Lisez probablement : *ni être persuadé*

louable, quoique bien convaincue de la bonté de ses opinions, ne propose, à ce sujet, aucun amendement. Elle se borne à former des vœux pour que le ministère trouve des moyens de force et de prudence, qui ne rendront pas, il est vrai, les écoles dont il s'agit, des *pépinières utiles*, mais qui du moins pourront les empêcher d'être *nuisibles*.

Quant à moi j'irai plus loin que la commission : si depuis vingt-trois ans qu'existent les écoles d'arts et métiers, elles sont inutiles, depuis long-temps le ministère est coupable de ne pas les avoir supprimées.

Si tous les soins, si tous les moyens de force et de prudence imaginés par le ministère, ne peuvent avoir, d'autre objet, dans l'avenir, que d'empêcher *seulement*, ces écoles d'être nuisibles, le ministère est coupable de ne pas les supprimer à l'instant même.

Heureusement à cet égard l'expérience justifie pleinement le ministère.

Les écoles d'arts et métiers ont déjà rendu des services essentiels et nombreux à l'industrie française. Beaucoup d'ateliers, beaucoup de manufactures, doivent à ces écoles, des directeurs de travaux, des sous-chefs et des chefs d'atelier, qui réunissent l'habileté manuelle à des connaissances de théorie qu'il est très-

important de répandre, pour éclairer la pratique de nos arts.

Parmi les élèves et les jeunes maîtres que ces écoles ont formés, plusieurs ont acquis une réputation très-grande. Trois sujets sortis de ces établissements ont obtenu la médaille d'or, à la dernière exposition des produits de l'industrie française : M. Wagner, qui a exécuté des horloges économiques, et construit le méchanisme des phares de M. Fresnel ; M. Pecqueur, qui a construit habilement des horloges astronomiques, et trouvé le moyen de transmettre, avec des engrenages très-simples, des mouvements exprimés par les nombres les plus compliqués, résultat qu'on n'avait pas encore obtenu ; enfin M. Gambey, qui par ses magnifiques instruments d'optique et d'astronomie, est devenu un artiste européen : les Anglais mêmes lui commandent des instruments pour leurs observatoires royaux ; ils n'ont jamais eu d'artiste supérieur à M. Gambey. Ces trois hommes, habiles dans la théorie et dans la pratique, sont, je le répète, des jeunes gens formés auprès des écoles d'arts et métiers de la France. Si ma mémoire me le permettait, je pourrais citer beaucoup d'autres artistes auxquels l'industrie française doit des services essentiels, et qui ont puissamment contribué à la

rendre en même temps plus active et plus éclairée. Mais rien n'est aussi facile que d'obtenir, à ce sujet, des renseignements plus étendus.

« Qu'il me soit donc permis d'établir comme un fait indubitable : que les écoles d'arts et métiers sont d'une haute utilité pour l'industrie.

Néanmoins, au dire de la commission du budjet, ces écoles ne sont pas seulement inutiles, elles sont nuisibles, elles sont dangereuses. — En quoi ?

Je sais que l'école de Châlons est devenue l'objet d'un grand nombre de calomnies et de déclamations. A cet égard, l'autorité ne s'est pas endormie. Le directeur général du commerce et des manufactures a fait inspecter soigneusement cette école, pour en connaître l'état moral, aussi-bien que l'instruction. Je crois pouvoir affirmer qu'aucun des rapports officiels qu'il a reçus, des inspecteurs les plus dignes de confiance, ne lui a représenté les directeurs et les maîtres de cet établissement, comme inculquant aux élèves des principes blâmables et des idées dangereuses.

Il faudrait donc que l'enseignement des connaissances nécessaires aux progrès de l'industrie fût dangereux, non par les hommes qui le répandent, mais par les idées accessoires dont il est accompagné, ou bien par sa

propre essence. C'est ce qu'il importe d'examiner.

Que l'on regarde comme dangereuses des écoles où l'on professe certaines théories politiques, historiques ou morales, on le conçoit facilement. Il est des temps et des lieux où de pareilles théories peuvent être contraires à l'ordre social en général, et spécialement à telle ou telle organisation politique.

Mais je demande en quoi les éléments de l'arithmétique, de la géométrie ou de la mécanique, et du dessin, de la physique ou de la chimie, peuvent être dangereux?

On a remarqué, que les sciences ont fleuri surtout dans les monarchies qui ont brillé d'un grand éclat. Ce n'est pas dans les républiques de Sparte, d'Athènes ou de Rome qu'ont paru les grands géomètres, les mécaniciens célèbres et les plus fameux astronomes. C'est sous le règne d'Hiéron que la Sicile est illustrée par les découvertes d'Archimède. C'est sous les Ptolémées et dans la ville d'Alexandrie que l'astronomie fait les plus grands progrès; progrès qui se continuent sous le patronage d'Aaron-al-Raschild, à la cour de Bagdad; et près d'Alphonse, à la cour du Portugal. C'est un roi du Nord qui crée pour Tycho-Brahé l'observatoire d'Uranibourg,

C'est Charles II qui donne un observatoire à l'Angleterre, dans son palais de Greenwich; et Louis XIV, qui bâtit l'observatoire de Paris, pour y placer Cassini qu'il appelle du fond de l'Italie. Enfin la Société royale de Londres et notre Académie des sciences sont au nombre des œuvres immortelles du règne de ces deux derniers monarques.

Disons-le donc hautement, et sans craindre d'être réfutés : l'étude et la propagation des sciences, loin d'avoir un but anti-social, dangereux surtout pour les gouvernements monarchiques, offrent, au contraire, à ces gouvernements, un moyen de puissance, de splendeur, et de vraie, d'estimable popularité; parce qu'elles gagnent l'estime et le suffrage des hommes qui commandent tôt ou tard à l'opinion générale.

Si la partie scientifique enseignée dans les écoles d'arts et métiers n'est en rien dangereuse, la partie technique et manuelle le serait-elle davantage? Quoi ! le maniement plus habile de la lime et du marteau, du chalumeau et de la cornue, serait un enseignement dangereux!... En vérité, il y a des paradoxes qu'il suffit de développer dans tout leur jour, et d'exposer sous toutes leurs faces, pour en faire découvrir la complète erreur.

Je puis donc conclure que les écoles d'arts et métiers, dans leur partie théorique et dans leur partie pratique, n'ont rien qui soit nuisible, et rien qui soit dangereux, ni pour la société, ni pour le gouvernement.

Comment expliquer maintenant les méditations sérieuses de la commission du budjet, sur les écoles d'arts et métiers; écoles dont la commission prétend avoir vu les graves inconvénients? « Ils sont, dit-elle, ceux d'un siècle » qui est *coupable* et *victime* tout à la fois, » d'une éducation long-temps étrangère aux » premiers besoins de la société. »

Comment! le dix-neuvième siècle est coupable de l'instruction scientifique et technique donnée dans les écoles d'arts et métiers, à des jeunes gens qui sont l'espoir de l'industrie française?...

« L'éducation de ces maisons commence à » dix-huit ans, âge où l'on n'a souvent plus » que le mal à apprendre. »

Eh quoi! dix-huit ans est l'âge où l'on n'a souvent plus que le mal à apprendre!... Tout ce qu'il y a de bon, d'utile, de noble, de généreux à imprimer dans les âmes de la jeunesse est donc déjà gravé dans leur caractère, en traits ineffaçables, par les effets d'une première éducation? Mais, au contraire, vous

vous plaignez que le siècle est *coupable* et *victime* d'une éducation étrangère aux premiers besoins de la société.

Ne confondons pas les idées disparates, et ne compliquons pas des questions simples, afin de les rendre insolubles.

Si les écoles d'arts et métiers prennent à dix-huit ans leurs élèves, elles ne sont donc pas coupables de l'état moral où se trouvent ces élèves avant de les recevoir. Mais cet état moral vous paraît si satisfaisant, si complet en bons enseignements, qu'à cet âge, dites-vous, l'on n'a plus *que le mal* à apprendre.

Serait-ce donc le mal que les écoles d'arts et métiers se chargeraient d'apprendre aux élèves, pour compléter cette éducation dont le siècle est à la fois coupable et victime?..... Eh bien! l'expérience démontre le contraire.

Qu'on visite, d'un bout à l'autre de la France, nos grands établissements d'industrie, on y trouvera, dans un poste honorable, les anciens élèves des écoles d'arts et métiers. Qu'on interroge les maîtres, les directeurs de ces manufactures, sur la conduite, sur la moralité de ces anciens élèves, et que l'on juge en quoi le siècle est *victime* de l'instruction *coupable* donnée à ces jeunes gens. Ne dirait-on pas qu'ils remplissent nos cours d'assises, ou d'as-

sassins, ou de voleurs, ou de perturbateurs de l'ordre social!...

Remarquons bien que je ne combats ici, ni des hypothèses, ni de simples appréhensions. Après nous avoir dit que l'éducation commence dans les écoles d'arts et métiers, à l'âge où l'on n'a souvent plus que le mal à apprendre, le rapporteur ajoute aussitôt, avec la plus laconique affirmation : « on sait quels en sont les fruits. »

Heureusement, on le sait; la France entière en est instruite, et la France, au besoin, peut en rendre témoignage.

Après avoir examiné la question importante et grave de l'immoralité, de la *pernicieusité* prétendue des écoles d'arts et métiers, il faut revenir encore sur leur utilité, sur leur nécessité, niées ouvertement par la commission.

Que les écoles d'arts et métiers ne soient pas placées dans les villes où elles pourraient à la fois rendre les plus grands services, avoir les professeurs les plus habiles, et trouver les modèles d'industrie les plus nombreux, les plus beaux, les plus convenables; que ces écoles ne soient pas organisées sur le plan le plus parfait qu'on puisse désirer, j'en conviens le premier. Mais je sais en même temps combien il est facile d'indiquer un remède à ces

inconvéniens. On peut doubler, tripler les services rendus aux arts et métiers par les écoles spéciales. Mais, loin que ce soit une raison pour supprimer ces écoles, c'en doit être une au contraire, pour se hâter de les améliorer. Formons des vœux en faveur d'un tel perfectionnement.

La commission, sérieusement frappée, dit-elle, des dangers que présentent les écoles d'arts et métiers, l'est moins vivement de leurs avantages. Ici notre tâche devient beaucoup plus facile; nous n'avons plus à réfuter des assertions vagues et générales. La commission allègue des faits positifs; et nous pouvons examiner ces faits, les preuves à la main.

« Les grandes villes de France *fourmillent* » de bons enseignements et de bons modèles » mécaniques, dit la commission. »

Les grandes villes de France *manquent* de bons enseignements et de bons modèles, dans une foule de genres * : voilà ce que j'affirme.

Si nous exceptons les écoles d'arts et métiers (si superflues d'une part, si dangereuses de l'autre), la France n'a pas d'enseignement

* Où sont les villes de France qui *fourmillent* de bons modèles de machines à vapeur, de bateaux à vapeur, de presses hydrauliques, de routes en fer, de métiers à tisser mus par une force non vivante, etc. [illegible]?

de mécanique, c'est-à-dire, d'enseignement où les principes, la force, le jeu, la structure des machines soient expliqués en même temps que leur construction. Si l'on peut me démentir à cet égard, qu'on me cite un seul établissement de ce genre.

Lors même qu'on pourrait m'en citer un, ce serait une école privée d'arts et métiers; et l'éloge même qu'on en ferait de ses avantages contrasterait singulièrement avec une censure amère, étendue à tous les établissements du même genre, fondés, soutenus par la générosité du gouvernement.

« Les grandes villes de France fourmillent » de bons modèles mécaniques! » Non. Quelques villes seulement ont quelques bons modèles; mais d'où sont-ils sortis? Des écoles d'arts et métiers.

Prenons pour exemple le genre d'industrie, qui, de nos jours, a fait les plus grands progrès; la filature des cotons. Lors du ministère d'un savant célèbre, M. le comte Chaptal, on a conçu le louable projet de donner en France, un développement considérable à cette branche d'industrie. Savez-vous par quels moyens on y est parvenu? C'est en établissant une école spéciale d'arts et métiers pour cette branche d'industrie, à Paris, au Conserva-

toire. C'est là qu'on a formé des élèves, soit pour construire des métiers perfectionnés, soit pour en tirer un habile parti. C'est de là que sont sortis des modèles destinés aux grandes villes de France; et dans le court espace de vingt années, des milliers de Français, hommes, femmes, enfants, ont trouvé des moyens nouveaux d'existence dans le rapide progrès des perfectionnements dont la pratique et la théorie partaient, comme d'un foyer fécondant, d'une seule école d'arts et métiers!...

Mais, direz-vous, si ce bienfait est produit, il n'est donc plus à produire; et pourquoi, maintenant, ne nous hâterions-nous pas de briser l'instrument qui fut, mais qui n'est plus utile?

On se tromperait également si l'on raisonnait ainsi; car, depuis l'époque dont nous parlons, le filage et le tissage des cotons, ont avancé beaucoup vers la perfection, dans la Grande-Bretagne. Mais si les progrès continuels faits à l'étranger, par cette branche d'industrie, ne sont pas recueillis dans un foyer commun d'enseignement, pour être propagés avec rapidité sur tous les points de notre territoire, la France restera stationnaire, ou du moins avancera moins rapidement que les nations rivales; elle sera toujours vaincue dans la concurrence du commerce.

Pour avoir obtenu, dans quelques parties mécaniques de l'ouvré des cotons, la supériorité sur la France, savez-vous quel est l'avantage commercial recueilli par l'Angleterre? Chaque année, elle vend aux diverses nations du globe, pour plus de *quatre cents millions* de francs, de cotons ouvrés, et nous n'en vendons pas pour *cinquante*! Un degré de perfection mis de notre côté, et c'est nous qui gagnerions ces *quatre cents millions*, en réduisant notre rivale à *cinquante*, et même à moins.....

C'est ici, direz-vous, que je vous arrête. L'Angleterre a conquis sa supériorité commerciale, sans avoir besoin d'écoles établies aux frais du gouvernement.

Sans doute; mais, qu'importe, si l'Angleterre a des équivalents qui nous manquent à cet égard?

Au sein de la Grande-Bretagne, l'instruction théorique relative aux arts et métier sa mille moyens d'arriver jusqu'à l'ouvrier; moyens qui représentent l'instruction donnée par nos écoles publiques. Dans les établissements anglais qui demandent des ouvriers un certain degré d'intelligence, on exige qu'ils sachent tous lire, écrire et compter. On leur donne des dessins et des plans géométriques, pour

exécuter leurs travaux qui ont besoin de précision. Des publications périodiques, consacrées à la mécanique, à la chimie, à l'économie industrielle, leur sont distribuées, au prix de trois sous ou même de deux sous d'Angleterre par numéro. Ces ouvriers forment des associations, où chacun contribue pour quelques sous par semaine, afin d'acheter tous les livres élémentaires indispensables à leurs études. Voilà les suppléments de leur instruction scholaire.

A présent je vais montrer, à la commission du budjet, que l'Angleterre possède aussi des écoles d'arts et métiers; je vais montrer que ces écoles, loin d'être inutiles ou dangereuses, ont rendu d'immenses services à l'industrie britannique. Je commencerai par la première ville que le rapporteur de la commission cite pour prouver l'inutilité des écoles d'arts et métiers.

Lorsque James Watt eut inventé sa machine à vapeur, il résolut de monter une grande manufacture pour fabriquer de pareilles machines, d'après ses nouveaux principes. Mais à cette époque, l'Angleterre ne possédait pas d'artisans capables de comprendre et d'exécuter ces machines.

Watt et son associé M. Boulton, établirent

à Soho, fauxbourg de Birmingham, une école préparatoire d'arts et métiers, pour enseigner aux ouvriers, non-seulement la nouvelle série des travaux manuels et méchaniques dont ils allaient être chargés, mais les principes des opérations mêmes et des produits.

C'est dans l'assemblée publique, tenue le 18 juin dernier, en présence de quatre ministres d'état, et présidée par le premier ministre de la Grande-Bretagne, pour ériger un monument national à James Watt *, que ce fait vient d'être solennellement rapporté par M. Boulton fils, entouré des plus illustres ingénieurs et des plus grands manufacturiers de l'Angleterre. Voici les paroles mêmes de M. Boulton; paroles que j'ai entendu prononcer dans cette séance, à laquelle j'assistais :

« *A school of workmen, in every relevant branch, was speedily and successfully instituted; and the form and construction of the machine were perfected with a skill and accuracy till then unknown in the execution of large machines.* »

« *Une école* d'ouvriers, pour toutes les par- » ties qui dépendaient de la nouvelle inven-

* Voyez tome I^er., page 174 et suivantes, le compte que nous avons rendu de cette assemblée mémorable.

» tion, fut promptement instituée, avec suc-
» cès; et la forme, ainsi que la construction
» de la machine à vapeur, fut effectuée avec
» une habileté une précision jusqu'alors in-
» connues dans l'exécution des grandes ma-
» chines. »

Voyons maintenant quelles ont été les conséquences, pour l'empire britannique, des travaux d'une seule école d'arts et métiers.

Dans l'établissement même de Soho, à la porte de Birmingham, ville qui, suivant M. le rapporteur, s'est formée sans école de ce genre, les ouvriers d'une seule école ont exécuté, depuis 1774 jusqu'en 1824, une quantité de machines à vapeur, équivalente au travail de *cent mille chevaux*, ou de *sept cent mille hommes*.

De la même école, sont sortis des chefs d'ateliers et des ouvriers qui ont fondé une foule d'établissements du même genre. Ces établissements ont produit à leur tour une quantité de machines à vapeur, supérieure au travail de *deux cent mille chevaux*, ou *quatorze cent mille hommes*.

Voilà donc une création de force, égale à l'action permanente de trois cent mille chevaux, ou de *deux millions cent mille hommes*, effectuée en un demi-siècle, par les conséquen-

ces immédiates, uniques, d'*une seule école d'arts et métiers*, dans une ville, dans un empire, où l'industrie, nous dit-on, s'est élevée, *sans écoles*, à sa prospérité présente!...

J'ai vu les membres les plus illustres du ministère, de la chambre des pairs et de la chambre des communes, se réunir aux ingénieurs et aux manufacturiers de la Grande-Bretagne, pour voter une statue à l'instituteur de cette féconde école d'arts et métiers, en célébrer les bienfaits, d'un accord unanime. Je les ai entendus déclarer que les travaux de cette école n'étaient pas seulement précieux par les vastes accroissements de force et d'opulence qu'ils ont donnés à l'empire britannique; mais l'étaient surtout par les améliorations *morales* qui sont résultées d'un bien-être nouveau, immense, répandu dans toutes les classes des peuples britanniques, et des autres peuples civilisés, et même des nations à demi barbares. Voilà des vérités qu'en Angleterre le ministère et l'opposition aiment à proclamer de concert; des vérités redites, avec autorité, par le premier ministre, par le ministre de l'intérieur et par le ministre du commerce, redites avec éloquence par les Brougham, les Mackintosh et les Wilberforce.

Mais dans la chambre des députés de la

France, nos ministres sont obligés d'entrer en discussion pour faire comprendre l'utilité des écoles d'arts et métiers, non pas à la généralité des membres, mais aux membres choisis comme entendant le mieux le sujet qu'ils sont chargés d'examiner spécialement; et, par une infortune singulière, la commission déclare froidement que le ministère n'a pas pu la persuader! Heureusement aussi qu'elle n'a pas pu persuader le ministère. Elle reste dans une obscurité qui l'afflige, sur les inconvénients, sur les *dangers évidents* des écoles dont on n'a pas pu lui faire bien concevoir les avantages!....

A présent, va-t-on dire en changeant de langage, si nous sommes contraints d'admettre que la Grande-Bretagne doit d'immenses services à l'école d'arts et métiers que vous citez, nous observerons que cette école n'est plus nécessaire à cette contrée, qui voit aujourd'hui son industrie prospérer sans établissements de ce genre.

Au contraire, à présent même, dans toutes les grandes villes de l'Angleterre et de l'Écosse, de nouvelles écoles d'arts et métiers, ont pour objet l'application des sciences à l'industrie. Aujourd'hui le bienfait d'une telle application est généralement apprécié dans la Grande-Bretagne, et cette application est en-

seignée avec une étendue qui produira, d'ici à peu d'années, des résultats prodigieux.

Des institutions soutenues par des contributions volontaires, ont pour objet actuel d'enseigner aux artisans les principes de la mécanique, de la chimie et de l'économie, appliqués aux arts et métiers. Les artisans recherchent avec ardeur l'enseignement qui leur est offert. Non-seulement ils le rechercheraient, s'il était gratuit; mais ils paient pour le recevoir. Ils apportent, chaque mois, leurs modestes vingt sous ou trente sous, afin de participer aux bienfaits de la théorie. Il y a maintenant de telles écoles d'arts et métiers, à Londres, à Édinburgh, à Glasgow, à Liverpool; on en prépare à Manchester, à Newcastle, à Aberdeen, à Leeds, et dans la plupart des autres villes manufacturières de l'Angleterre et de l'Écosse.

A Édinburgh, l'école des arts et métiers compte quatre cents élèves; celle de Glasgow en compte cinq cents, celle de Londres huit cents, etc....

Voilà des faits notoires du côté de la Manche où je me trouve maintenant. Je parle de créations dont je suis témoin oculaire, et j'ai droit d'être cru de mes concitoyens; car jusqu'ici je n'ai rien rapporté d'essentiellement relatif aux

institutions, aux travaux, aux lois de la Grande-Bretagne, qui n'ait été reconnu conforme à la vérité des choses.

En résumant les faits et les raisons que je viens d'alléguer, je crois avoir démontré :

1°. Que les craintes de la commission du budjet, sur le danger des écoles d'arts et métiers, sont dénuées de fondement;

2°. Que les grandes villes de France ne possèdent pas les suppléments qui peuvent remplacer ces écoles, et que l'Angleterre n'a pas fait fleurir son industrie sans appeler à son secours des écoles d'arts et métiers;

3°. Que, depuis vingt ans, la France a retiré des services signalés de ses écoles d'arts et métiers;

4°. Qu'aujourd'hui, lorsqu'on semble nous proposer de détruire ces écoles, pour mettre fin aux maux, aux périls qu'elles sont supposées répandre sur la France, l'Angleterre établit, dans tous ses foyers d'industrie, des écoles d'arts et métiers qui bientôt donneront à ses ateliers, à ses manufactures, des lumières nouvelles et des perfectionnements dont il est impossible d'assigner les limites.

Dans l'examen auquel je viens de me livrer, j'ai tâché d'écarter toute idée qui n'appartînt pas strictement au sujet que j'ai regardé comme

un devoir de traiter, dans l'intérêt de mon pays. Je désavoue toute allusion favorable ou défavorable à l'esprit de tel ou tel parti. Ce n'est pas une question de parti que j'ai voulu traiter, mais une question d'intérêt commun aux hommes de toutes les classes et de toutes les opinions.

Je respecte même ce que je regarde comme une erreur fâcheuse de la commission du budjet. Je ne veux pas imiter les hommes qui s'efforcent de noircir les idées qu'ils repoussent et les opinions qu'ils n'ont pas épousées. J'écris avec la pleine conviction d'avoir pour moi, sur le cas particulier que je traite, l'expérience et la vérité. Mais, sans doute, les faits que j'ai rapportés n'étaient pas connus de la commission. J'aime à croire que ses membres, s'ils daignent lire les observations que je viens de présenter, rendront aussi justice à mes intentions : peut-être finiront-ils par adopter mes conclusions. Si j'obtiens ce résultat sur leur esprit et sur celui de leurs collègues à la chambre des députés, j'aurai rendu, ce me semble, un grand service aux intérêts de notre patrie.

DOUZIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ DANS L'AMPHITHÉATRE DU CONSERVATOIRE ROYAL DES ARTS ET MÉTIERS, LE 11 NOVEMBRE 1825.

INTRODUCTION

D'UN NOUVEAU COURS, DE GÉOMÉTRIE

ET DE MÉCHANIQUE

APPLIQUÉES AUX ARTS,

A L'USAGE DES OUVRIERS, DES SOUS-CHEFS ET DES CHEFS D'ATELIERS ET DE MANUFACTURES.

HOMMAGE

AUX ANCIENS ÉLÈVES

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

MES CHERS CAMARADES,

Je vous dédie un service que vous pouvez rendre à la France.

Lorsque des savants illustres conçurent la pensée de l'école qui vous a formés, ils virent d'un coup d'œil tout l'avantage que les arts employés dans les travaux publics retireraient d'un enseignement des sciences appliquées à la pratique de ces arts.

Rendons à la patrie un bienfait que nous devons à nos maîtres. Prenons les éléments des sciences qu'ils nous ont enseignées, prenons les applications qu'ils

nous ont indiquées, pour en propager la connaissance dans toutes les branches de l'industrie française.

Il n'y a pas un de nos départements où vous ne soyez en grand nombre, occupant des postes honorables, dirigeant des services importants, ou rendus aux travaux, aux loisirs de la vie privée. Dans toutes ces positions, vous pouvez concourir à l'exécution d'un dessein favorable à notre pays; les uns par des leçons, les autres par des conseils; tous par l'autorité de votre opinion sur un pareil sujet.

Vous parler d'un bienfait à répandre sur notre chère patrie, et vous dire : « Le voilà, c'est de vous que la France l'attend », ce langage est le plus sûr qu'on puisse faire entendre à vos cœurs généreux.

Je vous offenserais en ajoutant un seul mot pour vous persuader davantage.

Votre ancien camarade,

CHARLES DUPIN.

AVIS AUX MANUFACTURIERS

ET

AUX CHEFS D'ATELIERS.

Toutes les fois qu'il s'agit de faire la cour à l'industrie française (car on lui fait aussi la cour, depuis qu'elle est aussi une puissance), on proclame hardiment cette industrie comme supérieure à celle des autres peuples.

Quelque juge sévère ose-t-il mettre en doute une telle assertion ? ose-t-il reconnaître, en quelques lieux étrangers, une excellence de travaux dont nous n'avons pas encore triomphé ?... L'amour-propre humilié, et surtout l'intérêt alarmé, se déchaînent aussitôt contre un homme assez mauvais Français pour révéler de pareils faits, faux ou vrais.

En même temps on se récrie avec force contre le gouvernement. On se plaint qu'il agit avec trop peu de vigilance pour empêcher les produits étrangers de pénétrer dans la France ; faveur qui pour-

tant ne ferait que les placer sur le pied d'égalité avec nos produits de même genre.

On se récrie contre le pouvoir législatif, dès qu'on voit qu'il ne grève pas avec des taxes assez exorbitantes, ces produits étrangers, qu'on s'indigne de regarder comme égaux, et surtout comme supérieurs aux nôtres, par la moindre des qualités.

On se récrie, enfin, contre les consommateurs, si fragiles, dit-on, dans leur patriotisme, qu'ils sont tentés de préférer, et que parfois même ils préfèrent ces produits étrangers à d'autres produits, français il est vrai, mais qui leur paraissent plus chers, ou moins durables, ou moins brillants, ou moins finis, etc.

Faut-il croire ici que le gouvernement a tort? que le législateur a tort? que le consommateur a tort?...

Non.

Le seul moyen qui soit efficace pour rendre vains les efforts des peuples rivaux, pour détruire la contrebande, et pour braver la concurrence, c'est de fabriquer réellement mieux que tous nos émules.

Alors nous ne demanderons plus à l'autorité suprême d'inventer des lois fiscales qui nous donnent la supériorité mercantile sur l'étranger, dans notre

pays ; ni des traités qui nous donnent la préférence auprès des autres nations, sur des antagonistes qu'on préférera malgré tous les traités possibles, s'ils l'emportent sur nous par leurs fabrications.

Parmi les moyens les plus propres à nous procurer ce genre de supériorité, il faut placer ceux que la géométrie et la méchanique présentent pour faire acquérir aux produits de l'industrie les qualités qui les rendent désirables, et qui sont :

1°. La convenance rigoureuse des formes, d'après l'usage que les produits sont destinés à remplir ;

2°. L'élégance et la beauté de ces formes, résultat du choix heureux des justes proportions que doit recevoir chaque partie, pour concourir à la perfection de l'ensemble ;

3°. La précision du dessin, la continuité bien sentie des contours et des superficies, l'exactitude des joints, la solidité des assemblages, le beau poli des surfaces. Toutes ces qualités des produits de l'industrie ne peuvent être obtenues que par des procédés empruntés aux règles, aux méthodes de la géométrie.

Il faut en même temps fabriquer ces produits avec des outils, des intruments, des machines, des moteurs qui soient convenables dans leur forme,

faciles dans leur jeu, économiques dans l'emploi des forces qu'elles exigent ; car telle est la seule voie qui conduise au bon marché, sans lequel il n'est pas de supériorité pour l'industrie.

La méchanique, bien appliquée, peut seule donner à ces moyens d'opérer l'excellence à laquelle ils sont susceptibles d'atteindre.

Aujourd'hui les arts ne sauraient se perfectionner dans leurs innombrables détails, si les améliorations pratiques qui assurent le succès des inventions les plus heureuses, ne partent pas des ouvriers mêmes chargés à chaque instant de mettre à l'épreuve et de répéter tous les procédés. Souvent ces procédés tirent leur plus grand avantage de la dextérité intelligente des personnes auxquelles ils sont confiés. Il faut donc que l'esprit des ouvriers soit assez exercé pour comprendre chaque méthode industrielle, dans son but, dans sa nature et dans ses conséquences. Donner aux artisans l'habitude de réfléchir sur leurs travaux manuels, d'en apprécier les avantages, et d'en discerner les défauts pour chercher à les corriger, c'est préparer à l'industrie des progrès essentiels et sans nombre, qui tourneront tous au profit du manufacturier auquel ces artisans consacrent leur force et leur savoir.

Ces vérités ont été vivement senties par un peuple rival. Il s'est hâté de créer, en faveur de la classe ouvrière, un enseignement public des éléments de géométrie et de méchanique, auquel il a joint les éléments de chimie et de physique.

Dans les cours qui sont ouverts aux ouvriers et aux artistes de l'Angleterre et de l'Écosse, on leur offre les principes et les applications de ces sciences, exprimés avec la plus grande clarté, la plus grande simplicité : comme doit être professé tout enseignement destiné pour une grande masse d'auditeurs.

C'est à nous, ainsi que je l'explique dans le discours que je publie maintenant, c'est à nous de ne pas rester en arrière d'un pareil mouvement. Ne laissons pas s'accroître la distance entre nous et ceux de nos rivaux qui déjà prennent l'avance : c'est un devoir, c'est une utilité, c'est un besoin.

En perfectionnant l'industrie, on augmente la quantité des produits, et avec eux le revenu public, qui se proportionne toujours sur cette quantité : avantage pour le trésor.

En perfectionnant l'industrie, on façonne à plus bas prix des produits plus convenables et plus beaux : avantage pour le consommateur.

En obtenant un tel succès, on donne à la fois au public les moyens et le désir de multiplier, de varier ses consommations : avantage pour le producteur.

Enfin, par ces progrès, on permet au commerce d'entrer en libre concurrence avec l'industrie étrangère, on accroît indéfiniment la vente des produits nationaux : avantage pour le négociant; nouvel avantage pour le producteur.

Voilà quelques-uns des bienfaits qui seront la conséquence nécessaire d'un enseignement pareil à celui dont nous allons offrir le modèle.

Puissent des cours du même genre s'ouvrir avec rapidité dans nos villes les plus industrieuses ! chacune d'elles en recueillera des fruits appropriés à ses besoins.

Que Lyon ait sans cesse présent à sa pensée qu'elle peut perdre sa supériorité pour la fabrique des soieries, que déjà des Français (dit-on) s'apprêtent à transporter ce que nous faisons de mieux en ce genre, au sein même de Londres. A la tradition de toute notre expérience pratique, si Londres ajoute les lumières des sciences appliquées aux arts, et si Lyon ne suit pas cette route, Lyon sera vaincue ! et Lyon tombera comme Damas, Andrinople, Tyr, et tant d'autres villes qui florirent

aussi long-temps qu'elles gardèrent la supériorité de leurs tissus et de leurs couleurs ; mais qui tombèrent, aussitôt que d'autres cités les eurent surpassées en industrie.

Dans les enseignements de la science appliquée aux arts, Saint-Étienne trouvera des moyens nouveaux de rivaliser avec Birmingham ; Rouen, avec Manchester ; Saint-Quentin, avec Glasgow ; Bordeaux, Marseille et le Havre, avec Hull, Dundee et Liverpool. Il n'est pas une de nos villes qui n'obtienne, par le même enseignement, quelque ressource nouvelle qui ajoute à son bien-être, à sa puissance, à sa splendeur.

Si j'ai démontré suffisamment l'utilité, la nécessité de l'innovation dont j'offre l'idée, je suis heureux de mes efforts, et je me livre à l'espérance.

Un gouvernement éclairé se montrera favorable à l'enseignement proposé dans son propre intérêt et dans celui de l'industrie.

Les manufacturiers, charmés de servir à la fois leur propre fortune et le bien public, réuniront leurs vœux, leurs efforts et, s'il le faut, leurs sacrifices, pour faire jouir leurs villes respectives, d'un enseignement dont ils retireront de si grands fruits.

Enfin l'ami des hommes sera réjoui par la pensée que le progrès des applications de la géométrie et de la méchanique, en donnant une plus grande part au travail des machines, rendra moins machines les ouvriers mêmes ; leur procurera des occupations plus douces et plus dignes d'un être qui a reçu de Dieu la raison, comme le plus sublime des présents, pour l'exercer en faveur de soi-même et de ses semblables.

En rendant plus heureuse la masse du peuple, nous lui rendrons plus cher l'état social, où l'a placée la Providence ; elle bénira le monarque sous lequel le sort de tous sera plus prospère ; elle se montrera fidèle et dévouée, comme l'ont toujours été les nations où le bonheur, *devenu populaire*, a pu descendre jusqu'aux plus humbles classes.

DOUZIÈME DISCOURS.

INTRODUCTION

D'UN NOUVEAU COURS DE GÉOMÉTRIE ET DE MÉCHANIQUE APPLIQUÉES AUX ARTS.

MESSIEURS,

LORSQU'ON a commencé de cultiver les sciences, on les a tenues séparées des usages ordinaires de la vie; renfermées dans le cabinet de quelques hommes oisifs, elles n'ont paru que des spéculations tout-à-fait étrangères aux nécessités de l'existence, aux besoins des arts.

Dès ce moment une opinion s'est formée, que les sciences n'avaient rien de commun avec les travaux de l'industrie, et que les conceptions théoriques ne pouvaient être d'aucune utilité, non-seulement pour le simple ou-

vrier, mais pour les chefs mêmes des ateliers. Il faut avouer aussi que les formes abstraites et difficiles des explications et des démonstrations ; les dénominations étranges données à des choses qu'il aurait fallu désigner avec le plus de simplicité possible, et qu'on hérissait de noms latins, arabes ou grecs : tout contribuait à rendre les sciences inintelligibles pour les hommes qui n'avaient pas fait de profondes études littéraires.

De là l'idée, trop répandue, que les sciences ne sauraient être mises à la portée des personnes adonnées aux travaux de la main, et plus habituées à l'exercice de leurs membres qu'à la culture de leur intelligence.

J'essaierai, Messieurs, de faire voir au contraire qu'il est possible de réduire les parties utiles de la science, au langage ordinaire que nous employons pour exprimer nos idées les plus simples.

A côté de chaque principe que je vous présenterai, je présenterai l'usage dont il peut être, les services qu'il peut rendre et qu'il rend en effet; l'application même que maintes fois, sans vous en douter, vous faites de ce principe.

Souvent, Messieurs, je vous révélerai que vous savez déjà ce que je dois vous apprendre,

et que dans vos travaux les mieux combinés, vous obéissez par instinct, ou par esprit d'observation, ou par la force des choses, aux règles que la science impose.

N'allez pas croire d'après cela que vous ne gagnerez rien à connaître l'expression nette et précise de ces principes : vous tomberiez dans une erreur très-fâcheuse pour vous.

Les principes de la science sont des vérités réduites, avec exactitude, dans le moindre nombre possible de mots; des vérités qui expriment les rapports nécessaires entre les objets de nos conceptions ou de nos travaux.

Chacune de ces vérités est susceptible d'une foule d'applications, et c'est la manière de faire ces applications qu'il vous importe surtout d'apprendre. Par cette connaissance, dans tous les cas nouveaux qui s'offriront à vous, vous saurez d'avance ce qu'il vous sera le plus avantageux de mettre en pratique; par conséquent vous n'aurez pas à chercher, à tâtonner, à perdre du temps et de la matière; vous posséderez un guide fidèle, pour mieux travailler, et pour travailler avec plus de sûreté.

La méchanique, telle que je dois vous l'enseigner dans ce cours, n'est pas seulement la science qui explique le jeu des machines proprement dites. Elle explique les règles et les

lois de toute action dans laquelle on emploie de la force, grande ou petite; de toute action dans laquelle il y a du mouvement, ou lent ou rapide.

Comme il ne saurait y avoir de travail sans mouvement et sans force, vous voyez déjà que le travail de toute espèce, appliqué à toute profession, rentre dans le domaine de la méchanique.

Ainsi nous expliquerons les principes et les règles, du travail des machines, du travail des outils, du travail des mains et des membres de l'homme, qui sont les outils les plus précieux dont la nature l'ait gratifié.

Peut-être vous ferez à mon égard une objection très-naturelle.... Un professeur aurait-il la prétention de nous apprendre à travailler, lui qui est étranger à chacune de nos professions? voudrait-il nous montrer à bien tenir nos outils, à les manœuvrer adroitement, lui, qui ne saurait probablement pas exécuter le moindre de nos produits?

Il est des procédés manuels que chacun de vous sait beaucoup mieux que moi mettre en usage; et, loin de vouloir vous les enseigner, c'est de vous que j'irais les apprendre, si j'avais à les pratiquer.

Mais il est aussi des moyens généraux d'améliorer vos travaux, qui ne dépendent pas

de tel ou tel art en particulier; des moyens qu'il vous importe à tous de connaître, et dont une partie seulement est connue à chacun d'entre vous. Voilà les moyens dont le professeur doit s'emparer pour vous les communiquer; ils feront la matière de mon cours.

Voyons donc quelles directions générales nous pourrons faire prendre à votre enseignement, pour que vous puissiez exécuter avec perfection des produits d'industrie.

Ces produits doivent-ils avoir une certaine figure commandée d'avance, une grandeur fixée, des proportions indispensables, un poids déterminé, etc.? Vous avez besoin, dès le premier abord, de prendre des mesures; de les prendre en longueur, en largeur, en épaisseur; en plusieurs sens, parallèles, obliques, ou perpendiculaires, etc. Vous opérez d'après un modèle; mais quelquefois ce modèle est plus petit, d'autres fois il est plus grand que l'objet même à produire : voilà des réductions à faire, et la science vous en donnera les moyens.

Vous voyez déjà, Messieurs, que pour exécuter le travail qui vous est commandé, vous devez avoir des mesures bien exactes; vous devez connaître les divisions et l'usage du mètre, du litre, du kilogramme, etc. Je vous

expliquerai ces mesures, le moyen de les employer, d'y appliquer le calcul; enfin je vous ferai sentir les avantages de facilité, d'uniformité qu'elles présentent.

Il faut quelques notions de géométrie élémentaire, pour prendre et rapporter des mesures, d'un objet sur un plan, d'un plan sur un objet. Il faut d'autres notions géométriques pour comprendre la forme de certains produits d'industrie et le jeu des machines. Je vous expliquerai celles qui me semblent indispensables.

Si dans les arts tout se faisait avec la règle et le compas, ces connaissances de mesures et de géométrie vous suffiraient; mais il y a beaucoup de formes qu'on ne peut pas tracer, ainsi, par un mouvement machinal. Tels sont les contours de certains vases, les ornements de quelques frises et de quelques chapiteaux en architecture; tels sont encore les arbres, les fleurs, etc., qui doivent être imprimés, gravés, ou sculptés, sur bois, sur métal, sur étoffe, etc.

Le tracé de ces objets exige qu'on apprenne le dessin qui tantôt se rapporte à la figure, tantôt à l'ornement, au paysage, etc., selon la nature des sujets que l'artiste a pour but de représenter.

Dans tous ces genres de dessin, il existe des moyens de perfectionner l'œil par la main, et

la main par l'œil, moyens précieux à connaître pour les artistes. Nous les avons étudiés, et nous essaierons de vous les expliquer.

Jusqu'ici, Messieurs, nous en sommes encore aux préparatifs du travail même employé pour exécuter les produits de l'industrie. Ce travail s'opère par fois avec la force des machines, par fois avec la force des ouvriers, et le plus souvent avec ces deux forces combinées.

Le travail qui s'opère sans outils est le plus borné. Tel est celui du porte-faix, qui charge des fardeaux sur sa tête ou ses épaules. Tel est celui du boulanger, qui pétrit la pâte avec ses mains; du fouleur, qui presse la vendange avec ses pieds, etc.

Cette partie des arts est la plus rétrécie dans le cercle de ses occupations; elle exige le moins d'intelligence, tandis qu'elle fait le plus d'usage de notre force purement animale. Voilà le motif pour lequel on regarde les professions qui s'y rapportent, comme étant au plus bas degré de l'industrie humaine.

Ici, Messieurs, je dois vous faire observer combien la méchanique est amie des ouvriers. Elle a pour objet de les débarrasser de ces travaux accablants où l'homme ne peut agir qu'à la manière du cheval, de l'âne, ou du bœuf, pour trainer, ou tirer, ou porter des fardeaux.

Elle s'occupe avec succès à trouver en faveur de l'homme industrieux, des travaux moins abrutissants, où la force de l'esprit et celle du corps se prêtent secours l'une à l'autre, et se soulagent toutes deux.

Comparons, par exemple, deux grandes capitales; l'une où les habitants ne se procurent l'eau nécessaire à leurs maisons; qu'en la faisant apporter par des gens de peine! L'autre qui l'obtient par des tuyaux de conduite et des aqueducs, par des pompes et des machines à vapeur, etc.

Dans la première ville, il faut qu'un grand nombre d'hommes transportent, depuis la rivière jusqu'à chaque maison, des seaux incommodes et pesants. Le porteur aura bien recours à la méchanique pour s'aider un peu. Il aura deux seaux d'égale grandeur, suspendus aux deux côtés d'un cerceau; ce cerceau les met en équilibre avec une courroie qui passe sur les épaules. De la sorte il portera les deux seaux plus aisément et avec moins d'embarras qu'il n'en porterait un seul dont il tiendrait l'anse dans une de ses mains. En effet, s'il n'avait pas eu de cerceau, il aurait dû péniblement écarter ses bras de la position verticale, pour que les deux seaux ne vinssent pas frapper ses jambes par l'effet de leur poids;

mais le cerceau a décomposé l'incommode pression de ce poids, pour l'adapter à la marche du porteur.

Nous avons vu déjà comment ce manouvrier peut doubler la quantité d'eau qu'il fournit à ses pratiques, en ne faisant usage que du cerceau et de la courroie. Le secours des machines lui permet d'obtenir de bien plus grands résultats ! Qu'il emploie un tonneau contenant 32 à 36 fois autant qu'un seau; et qu'il place ce tonneau sur une charette à deux roues. Aussitôt, sans plus de fatigue, il va transporter 16 à 18 fois autant d'eau par la ville, qu'avec la courroie et le cerceau, et 32 à 36 fois autant qu'avec un vase tenu dans une seule main. Voilà, certes, un assez grand bénéfice, obtenu déjà par la plus simple des machines.

Cependant le tonneau ne sert que pour amener l'eau jusqu'à la porte des maisons. Combien encore est rude et fatigante l'occupation de porter deux seaux par les escaliers, et de les monter pleins jusqu'aux étages les plus élevés, dans une ville où l'on compte sept et huit étages par-dessus le rez-de-chaussée et l'entresol !

Maintenant, transportons-nous dans la ville où l'on amène l'eau jusqu'au faîte des maisons, par les moyens que fournit l'hydraulique, c'est-à-dire la partie de la méchanique

où l'on fait servir l'eau soit comme agent soit comme objet.

Je vois tout d'un coup l'occupation de plusieurs milliers d'hommes, auparavant employés comme des bêtes de somme ou de trait, changée pour une occupation bien moins abrutissante, et donnant du travail à une multitude d'habiles artisans.

Les maçons, les tailleurs de pierre, les charpentiers, les appareilleurs et les ingénieurs vont exécuter les canaux et les aqueducs nécessaires pour amener les eaux jusqu'à la ville. Les ouvriers des mines, les fondeurs, les plombiers, les terrassiers, vont préparer, poser et souder les tuyaux en bois, en fer, en plomb, qui doivent distribuer l'eau. Enfin, des inspecteurs pour surveiller la distribution, et des hommes dont le travail unique sera de tourner des robinets à certaines heures du jour, vont remplacer les porteurs et leur labeur accablant.

Si l'eau des canaux et des aqueducs n'est pas naturellement assez haute, on construira des pompes pour l'élever davantage; mais, au lieu de fatiguer les hommes à tourner au manége comme faisaient les esclaves, du temps des Romains, le plus rude labeur s'accomplira par le moyen des machines à vapeur; on

emploiera des ouvriers, soit pour soigner le feu, soit pour tourner à propos quelques robinets. Par des fonctions si faciles et si douces, ces ouvriers régleront avec précision le jeu de la plus grande force méchanique.

Afin de fabriquer les pompes et les machines à vapeur, il faudra des ingénieurs et des artistes très-expérimentés, qui aient de l'invention dans l'esprit et de la dextérité dans l'exécution; des artistes, qui sachent dessiner les diverses pièces d'un ensemble compliqué, pour qu'elles jouent avec l'avantage que produit l'exactitude! Tous ces hommes habiles, je le répète, seront mis en activité pour remplacer par les fruits de leur génie, le tonneau grossier du porteur d'eau, et les fatigues de ce manouvrier.

Voyez, Messieurs, dans ce changement opéré par la méchanique, combien les occupations brutes de l'homme de peine sont transformées en occupations plus douces, plus intelligentes et plus dignes de l'espèce humaine. Reconnaissez avec moi que la science qui procure ce bienfait à la société, est essentiellement amie de la classe ouvrière, et relève noblement le labeur de l'artisan qui nous consacre ses forces physiques, en ajoutant à ses moyens corporels, toutes les ressources d'esprit que le savoir féconde.

La seule chose qui puisse affliger l'ami de l'humanité, paraît être la difficulté qu'une grande amélioration, semblable à celle dont je viens de vous donner l'idée, soit produite par la méchanique, sans qu'il y ait pendant quelque temps un certain nombre de gens de peine, obligés d'abandonner leur occupation première, pour en chercher une nouvelle. C'est alors qu'on doit venir généreusement au secours de ces pauvres manouvriers, de ces victimes innocentes d'un changement qui devient utile à tout le reste de la société.

Ici, Messieurs, le talent peut faire un grand et noble usage de ses ressources inventives, pour découvrir de nouveaux moyens d'employer les classes désœuvrées, afin de rendre de nouveau les individus de ces classes, utiles à eux-mêmes, ainsi qu'à la société, en ouvrant à l'industrie une carrière nouvelle.

Qu'il me soit permis de vous citer un bienfait de ce genre, qu'on doit à mon ancien maître et à mon ami M. de Prony. Le nom d'un aussi célèbre ingénieur reviendra plus d'une fois dans un cours de méchanique appliquée aux arts.

Il y a trente années, M. de Prony fut chargé, par le gouvernement, de composer des tables nouvelles de logarithmes, pour ériger, à

la science des nombres, un monument qui surpassât en grandeur tous ceux qu'on avait jusqu'alors élevés. Il était facile de donner un tel ordre; mais comment l'exécuter? comment réunir assez de savants et de calculateurs habiles, pour suffire à toutes les opérations de cette immense entreprise?

A cette époque, Messieurs, un changement total venait d'être opéré dans la coiffure des hommes et des femmes; on l'avait réduite, comme disent les géomètres, *à sa plus simple expression*. Un coiffeur suffisait désormais au travail qui en occupait dix auparavant, et une foule de perruquiers se trouvaient tout à coup sans moyens d'existence.

M. de Prony conçut l'idée de transformer ces perruquiers en calculateurs, et de les faire concourir à l'exécution de ses grandes tables.

Il divisa, subdivisa son travail, prépara des cadres savants, qu'on pouvait remplir sans connaître autre chose que l'addition; mit ses perruquiers à l'ouvrage, les fit vivre, et parvint à son but, qui était d'exécuter les plus belles tables de logarithmes qui soient dans l'univers.

Honneur à la science, lorsqu'elle concourt aux progrès de l'esprit humain, en tendant aux infortunés une main secourable et généreuse!...

Revenons à la classe désoccupée par quelque grande révolution des modes ou de l'industrie. Il faut qu'elle mette son activité, ses soins, son énergie, à se créer des occupations nouvelles. Bientôt, n'en doutons pas, le désir si naturel et si louable, de se suffire à soi-même, de vivre de son travail et d'améliorer son existence, excitera les ouvriers de cette classe, à chercher, à trouver des moyens d'employer leur force et leur intelligence, en suivant des voies moins pénibles et moins machinales. Ils finiront par bénir le changement même qui les enlève à des métiers durs et grossiers, pour leur donner des professions qui les rappellent à l'usage de la pensée.

Cette multitude d'hommes robustes, désœuvrés d'abord, et refluant bientôt dans les autres branches de l'industrie, en augmentent la puissance de production; ainsi le perfectionnement d'un seul art, contribue, par contre-coup, à l'avancement d'une foule d'autres arts.

Vous voyez, Messieurs, qu'en définitive, les progrès de la méchanique, même ceux qui semblent rivaliser directement avec l'emploi de la force humaine, loin d'être à considérer comme ennemis de la classe ouvrière, et comme ôtant le pain des pauvres familles, ont, au contraire, pour résultat de leur rendre la

vie plus douce, et de procurer plus d'aisance à la classe laborieuse.

Ces vérités, que je ne crains pas d'affirmer devant vous, ont reçu de l'expérience une confirmation qui ne laisse pas le moindre doute.

Quand le métier à bas fut mis en usage, il priva tout à coup d'emploi beaucoup de personnes qui gagnaient leur vie à tricoter. Ces personnes élevèrent des réclamations très-vives, et, passant des cris aux voies de fait, elles commencèrent à briser les métiers qui leur enlevaient leur travail. Mais des métiers brisés, en ruinant les maîtres de manufactures, ne donnaient pas à ces maîtres plus de moyens pour faire vivre les ouvriers, et il y avait misère des deux côtés. Enfin l'ordre s'établit. Les métiers mécaniques prospérèrent; et les individus qui gagnaient quelques sous par jour à tricoter du matin au soir, forcés de quitter cette occupation misérable, trouvèrent, dans les progrès de l'industrie, des occupations plus lucratives. Autrefois, la Normandie était pleine de gens qui passaient leur vie à tricoter, et qui ne gagnaient pas même assez pour porter des bas, elles qui les faisaient! Aujourd'hui qu'il y a des métiers, vous ne trouvez plus personne qui aille nu-pieds dans la Normandie.

Je puis vous offrir un grand exemple et une preuve irrécusable, que je prends dans la contrée même où la substitution des machines au travail machinal de l'ouvrier, a fait les progrès les plus étendus et les plus rapides.

Vous avez sans doute plus d'une fois ouï dire que l'Angleterre est, de tous les pays civilisés, celui qui a le plus de pauvres dont l'indigence est due au manque d'occupations, causé par les machines. Les hommes les plus savants et les plus habiles ont partagé cette erreur, malgré les réfutations lumineuses qu'on doit à quelques bons observateurs *.

Je me suis efforcé, depuis plusieurs années, de faire voir, par le raisonnement ** et par le calcul, combien on s'écartait de la vérité, en adoptant de pareilles opinions. Mais les démonstrations les plus convaincantes, lorsqu'elles contrarient des opinions généralement répandues et des préjugés enracinés de longue main, glissent sur les esprits et sont repoussées par la prévention. Le seul argument qu'il

* Je dois citer au premier rang parmi ceux-ci, mon collégue, M. J.-B. Say.

** Particulièrement dans mon sixième discours, sur *les avantages de l'industrie et des machines, en France et en Angleterre*. Voyez tome premier, page 142 et suivantes.

soit possible de voir accueillir dans ce cas, est celui des faits. Heureusement pour nous, au sujet des pauvres et des machines, je puis vous offrir des preuves de ce genre; j'ose espérer qu'elles porteront dans vos esprits une pleine et entière conviction.

Le parlement d'Angleterre a prescrit de relever le nombre des pauvres et la totalité des sommes qu'on leur donne à titre de secours publics, au moyen de l'impôt appelé taxe des pauvres. On a fait ces relèvements en temps de guerre et en temps de paix. Ensuite on a calculé, comté par comté, d'une part le nombre total des pauvres; de l'autre la somme totale qui leur est donnée.

Le parlement a publié les résultats de cette opération.

En faisant l'examen attentif de ces résultats, j'ai remarqué avec une grande surprise que les comtés les plus grevés par la taxe des pauvres sont principalement adonnés à l'agriculture; tandis que les moins grevés sont principalement adonnés à l'industrie manufacturière, et possèdent en plus grand nombre ces puissantes machines qui paraissent enlever le travail d'une foule d'ouvriers.

Durant la guerre, en 1815, neuf comtés des plus adonnés à l'agriculture payaient pour les

pauvres une taxe moyenne équivalente à *vingt-neuf* francs par tête; en supposant cette somme levée sur tous les habitants des neuf comtés.

A la même époque, neuf comtés des plus manufacturiers payaient pour les pauvres, une taxe égale seulement à *douze* francs!

Durant la paix, en 1821; les neuf comtés agricoles payaient *vingt et un* francs par tête pour les pauvres; et les neuf comtés manufacturiers ne payaient pas *dix* francs.....

Ces faits parlent, Messieurs; ils vous démontrent la grande utilité des machines pour les ouvriers et pour les pauvres mêmes; ils la démontrent d'autant mieux que, depuis longtemps, ce ne sont pas les ouvriers et les pauvres des comtés manufacturiers qui vont gagner leur vie dans les comtés agricoles; mais, au contraire, les laboureurs qui vont de la campagne à la ville, pour y chercher des moyens d'existence que l'agriculture ne suffit pas à leur procurer.

J'avais besoin, je l'avouerai, de vous donner cette preuve, et de me la donner à moi-même. Je rougirais de professer une science dont les progrès tourneraient au détriment de la partie la moins heureuse de la société; et je renoncerais à propager les découvertes qui font le plus d'honneur à l'esprit des inventeurs, si de telles

découvertes n'étaient pas favorables au bonheur de l'espèce humaine.

Au contraire je me sens animé d'un courage nouveau, lorsque les vérités de la science apparaissent à mes regards comme des moyens sûrs et puissants d'ajouter au bien-être, à la dignité des citoyens de tous les rangs.

Il ne me suffit pas de vous avoir prouvé qu'en Angleterre la totalité de la classe ouvrière, bien qu'accrue prodigieusement en nombre, depuis le commencement du siècle, a cependant eu de moins en moins besoin d'être secourue par la portion opulente de la société. Je dois vous montrer en quoi consistent les changements qui se sont opérés dans le sort et le moral des hommes qui cultivent l'industrie. Par là, j'espère exciter chez nos concitoyens qui vivent de leur travail une active émulation et le désir généreux de ne pas rester au-dessous de nos rivaux dans la carrière des perfectionnements. Les faits que je vais rapporter offriront en outre, aux chefs de grands établissements d'industrie, qui honorent cette première leçon par leur présence, des exemples dignes d'être mis en pratique dans leurs ateliers et dans leurs manufactures.

Autrefois, dans la Grande-Bretagne, la classe ouvrière, imitée par les classes supérieures de

la société, s'adonnait avec excès à la boisson. Un tel vice infestait et dégradait tous les rangs, depuis les généraux jusqu'aux simples soldats et depuis les milords jusqu'aux artisans.

Aujourd'hui ce vice est beaucoup diminué, non pas seulement dans les classes les plus élevées; il a disparu presque complétement des professions où les artisans ont senti le besoin de s'instruire.

Telle est l'amélioration qui se fait remarquer surtout parmi les ouvriers employés à fabriquer des machines; ouvriers qui savent en général lire, écrire et compter; et qui, la plupart, connaissent les premiers éléments de la géométrie, ainsi que beaucoup de principes de la méchanique.

Une foule d'avantages moraux a suivi la disparition du seul défaut de l'ivrognerie. En perdant leur intempérance, les artisans ont acquis la possibilité d'être économes; l'avenir est entré dans leur pensée; ils ont senti que le travail pouvait suffire à leur existence présente et future. Ils se sont habitués à placer, dans des banques d'épargne, le superflu de leurs salaires, durant les temps où le travail est abondant et bien payé, pour subvenir à leurs besoins durant les temps où le travail sera rare et peu productif, et dans les autres temps où ils de-

viendront malades, infirmes, invalides. Aussi remarque-t-on qu'ils sont aujourd'hui mieux habillés qu'autrefois; leurs vêtements sont plus soignés, et leur linge est plus propre. Leur moral s'est également perfectionné. Ils se sont formés à la prudence, à la modération, en même temps qu'à la prévoyance. En un mot, ils sont devenus des hommes meilleurs à tous égards. Animés d'un esprit plus élevé, il ont bientôt acquis le noble sentiment de pouvoir se suffire à eux-mêmes et de s'affranchir pour jamais des secours dégradants de la mendicité, ou des charités accordées sur la taxe des pauvres.

Des observateurs attentifs ont remarqué qu'à Londres aucun des ouvriers employés dans les arts et métiers ne s'abaisse à demander l'aumône; il ne souffre pas davantage une telle dégradation dans sa femme, ni dans ses enfants. Avec cette fierté qui sait endurer l'indigence et toutes les privations de la vie, plutôt que de tendre la main pour obtenir du secours sans l'avoir gagné, l'on doit facilement expliquer comment il se fait qu'au sein d'une ville telle que Londres, où la nourriture est si chère et le logement si coûteux, où tant de sources de misère sont accumulées à côté de tant de luxe, la proportion de la taxe des pauvres, pour la cité,

ne s'élève pas à la moitié de cette même taxe, perçue dans les plus riches comtés agricoles.

Une enquête du parlement qui n'est pas encore achevée, mais dont une partie est déjà connue du public, nous présente sur l'amélioration de la classe industrielle, des faits authentiquement constatés, et dignes de toute notre attention.

Voici le résumé de l'interrogatoire d'un des principaux fabricants de machines, dans la cité de Londres.

« Depuis trente ans, dit M. Galloway, les manières et le caractère des ouvriers anglais ont éprouvé la plus grande amélioration. Leur conduite est devenue plus exemplaire à mesure que leur savoir s'est développé. Dans mes ateliers, poursuit cet habile méchanicien, voici l'usage que j'ai adopté. Comme je dirige mes travaux avec des plans et des descriptions, un ouvrier ne peut pas m'être utile s'il ne sait lire et écrire. Aussi, lorsqu'un individu se présente pour avoir de l'ouvrage, et déclare qu'il ne sait ni lire, ni écrire, on ne l'interroge pas davantage : on lui dit qu'il est impossible de l'employer. S'il sait l'un et l'autre, on lui demande d'où il vient, ce qu'il est, quelles garanties il peut donner de son caractère. On ne

l'emploie que s'il répond à ces questions d'une manière satisfaisante. »

Par cette méthode pleine de sagesse, le fabricant dont je vous parle a rendu générale parmi les ouvriers sous ses ordres, une conduite aussi régulière, aussi modérée qu'au milieu des hommes appartenants à des classes beaucoup plus élevées. Il ne permet, dans sa fabrique, aucun langage obscène ou grossier. Les ouvriers condamnent eux-mêmes à l'amende, ceux de leurs camarades qui se comportent d'une manière inconvenante. Ces règles ont graduellement amélioré leur caractère; et l'expérience a montré, sans exception : d'une part, que les hommes les plus instruits ont toujours été ceux qui se sont le mieux conduits et le plus exactement conformés aux règles de l'établissement; de l'autre part, que les sujets les plus ignorants sont les plus réfractaires, les plus obstinés et les plus difficiles à diriger.

« Mes ouvriers, dit-il encore, ne recourent pas à la taxe des pauvres. Ils se croiraient déshonorés de recevoir une pareille aumône, tant qu'ils ont de la santé et de l'emploi. » Cette taxe d'ailleurs est inutile dans les ateliers de cet habile fabricant, attendu qu'un fonds y est créé pour venir à l'aide des malades : ce qui leur procure, par la voie la plus économique,

des secours assurés contre tout accident possible. On retient douze sous par semaine, sur les gages de chaque ouvrier. Dès que l'un d'eux tombe malade, il reçoit sur ce fonds vingt-cinq francs par semaine.

Les simples manouvriers ne paient que moitié, mais ne reçoivent aussi que moitié par semaine, lorsqu'ils sont malades. Chaque année, aux fêtes de Noël, les ouvriers nomment des inspecteurs qui vérifient les comptes de l'association. Aussitôt après, si la recette excède la dépense, le surplus est partagé entre tous les ouvriers, suivant la proportion des sommes qu'ils ont versées dans la caisse de secours. L'existence de cette caisse suffit pour faire préférer les ateliers dont nous parlons, à ceux du même genre qui n'en possèdent pas une pareille.

Voulons-nous prendre une idée des avantages qu'a retirés de ses soins vraiment honorables pour l'humanité, le fabricant qui s'est occupé avec tant de zèle du sort de ses ouvriers, de leur instruction, de leur bien-être? Il nous suffira de citer sa réponse à l'une des questions qui lui furent adressées par le comité spécial de la chambre des communes, devant lequel il était appelé.

« Par quels moyens obligez-vous vos ouvriers à remplir les engagements qu'ils con-

tractent avec vous, quand ils refusent de le faire? — Depuis douze ans, répondit-il, nous n'avons pas eu ensemble une seule dispute d'intérêts, quoique j'aie employé, durant ce laps de temps, mille à quinze cents personnes. » Cette réponse est la plus belle apologie des principes adoptés par M. Galloway, pour diriger ses travaux et pour instruire ses ouvriers.

Beaucoup d'autres fabriques de machines sont conduites avec la même sagesse que celle de l'ingénieur dont nous venons d'exposer les vues et les opinions. Partout cette sagesse produit les mêmes résultats satisfaisants. Cependant il existe encore quelques établissements mal dirigés à cet égard; ils ont conservé jusqu'ici la routine et les nombreux défauts qu'on remarquait dans les ateliers anglais, il y a trente ou quarante années. Mais leur nombre diminue avec rapidité par leur insuccès même et par la force du bon exemple. Bientôt viendra l'époque où l'industrie britannique ne gouvernera ses ouvriers qu'avec le sentiment et l'intelligence, et non plus avec la crainte ou le préjugé.

Examinons à présent la classe laborieuse, sous le point de vue des progrès de son instruction.

Dès 1817, lorsque j'ai visité l'Écosse, j'ai partout été frappé de l'instruction généralement répandue parmi cette classe intéressante. J'en ai cité des exemples nombreux et remarquables. J'ai tâché d'appeler l'attention publique sur une institution dont j'ai vivement senti l'importance. C'est une école de théorie des arts méchaniques et chimiques, destinée non pas seulement pour les chefs d'ateliers et les riches manufacturiers, mais destinée surtout pour de simples ouvriers. J'ai montré les effets avantageux produits par cette institution, sur l'industrie de la ville de Glasgow *.

Le modèle offert par l'institution Andersonienne de Glasgow, est imité maintenant à Londres, à Édinburgh, à Aberdeen, à Leeds, à Manchester, à Birmingham, à Newcastle, à Liverpool, à Lancaster, et le sera successivement dans toutes les cités de la Grande-Bretagne.

Aujourd'hui les ouvriers anglais éprouvent un profond sentiment de la grande utilité des connaissances scientifiques, pour se guider dans

* Les observations que j'ai faites à ce sujet, dès 1817, ont été traduites en anglais, et reproduites dans beaucoup de journaux; elles ont fait connaître à l'Angleterre l'institution Andersonienne, et le mérite de son enseignement populaire.

la pratique des travaux qu'ils doivent exécuter. Disons-le, redisons-le sans cesse, la plupart d'entre eux savent lire, écrire et compter. Beaucoup même sont en état de dessiner correctement les machines ou les objets qu'ils fabriquent, et d'en donner géométriquement les élévations, les plans et les sections. Ils lisent des ouvrages périodiques publiés sur l'art qui leur est particulier, et des ouvrages techniques, publiés, feuille par feuille, pour 2, 4 ou 6 sous par semaine. Je citerai particulièrement le Magasin du Méchanicien, dont il paraît vingt pages par semaine, et le Journal du Chimiste qui paraît aussi par cahiers de vingt pages, vendus au même bon marché.

C'est au docteur Birbeck, professeur de méchanique à l'institution Andersonienne, que la Grande-Bretagne est redevable de l'instruction scientifique étendue à la classe ouvrière. Le premier prospectus du cours qu'il ouvrit à ce sujet, dans la ville de Glasgow, contient des vues et des réflexions aussi justes que profondes; leur utilité m'engage à vous les communiquer. Je tâcherai de réaliser pour vous, ce que le savant professeur écossais a si heureusement réalisé pour ses élèves.

« Je vais, dit-il, ouvrir un cours élémentaire pour l'instruction des artistes. Je lui ferai

prendre plus d'étendue les autres années, s'il obtient l'assentiment des personnes auxquelles je le destine. Je veux donner une suite de leçons sur les propriétés méchaniques des corps solides et des fluides, avec de nombreuses expériences. Je tâcherai d'atteindre à la plus grande simplicité d'expression, et je choisirai les exemples les plus familiers, pour rendre sensibles les règles générales. Je m'efforcerai de me mettre à la portée des personnes qui pratiquent les arts méchaniques; des personnes qui par leur situation, dans leur adolescence, n'ont pu même recevoir la moindre teinture des connaissances scientifiques; des personnes qui, dans un âge plus avancé, n'ayant pu souvent obtenir au moyen du travail que le nécessaire pour elles et pour leur famille, n'étaient pas en état d'acheter un savoir que l'impulsion naturelle de leur goût ou de leur génie, et une curiosité trop active pour être entièrement étouffée par l'indigence, leur faisaient désirer d'acquérir.

» Je ne m'exagère nullement l'espoir qu'à l'aide d'un cours tel que je le propose, un artiste sera conduit à des découvertes importantes, essentielles à sa profession. Je sais trop que les meilleures inventions et les améliorations les plus remarquables, dans les diverses parties

des arts méchaniques, ont été jusqu'à ce jour et continueront d'être le fruit de l'étude des défauts pratiqués, suivie d'une application de moyens théoriques convenables, indiqués par des observations pratiques aussi; pour obvier à ces défauts ou les faire disparaître. Néanmoins je suis persuadé qu'on donnerait à l'ouvrier beaucoup de plaisir dans l'exercice de son art, je suis persuadé que le désœuvrement de son intelligence, au moment où il cesse son travail, serait souvent remplacé par une agréable activité d'esprit, en lui présentant quelques idées théoriques sur lesquelles il pourrait réfléchir, à ses heures de loisir. Il faut reconnaître, d'ailleurs, qu'un artiste exécutant une machine, éprouve plus de satisfaction, s'il en comprend bien les principes et le jeu, que s'il connait seulement les manipulations nécessaires pour la fabriquer. J'ai moi-même eu souvent occasion de remarquer avec combien plus de courage et de joie un ouvrage est entrepris, lorsqu'il l'est avec une entière connaissance des idées qui s'y rapportent.

» Peut-être quelques personnes regarderont comme peu considérables les avantages à retirer de ces leçons; peut-être regarderont-elles cette instruction comme désavantageuse, à

cause de l'étendue et de la variété des sujets qu'elle embrasse; surtout, en voyant que les auditeurs naturellement attirés à ces leçons n'ont pas les facilités ni les moyens supposés indispensables pour greffer, sur les principes élémentaires qu'on leur enseigne, les vastes recherches des illustres philosophes, recherches qui ont reculé les bornes de la théorie. Malgré tout ce que l'arrogance du savoir transcendant a pu avancer, pour condamner les connaissances superficielles; malgré ma ferme persuasion que le peuple, en masse, ne saurait être profond dans son instruction; je n'hésite pas à prédire qu'un rare avantage résultera pour la société, de chaque effort heureux tenté dans le dessein de disséminer la lumière de ces grands ouvrages qui ne peuvent pas être consultés par toute une population, et dans le dessein de propager cette instruction substancielle, jusqu'au hameau, jusqu'à la simple boutique; afin que des vérités grandes et sublimes soient transformées, de leur splendeur improductive, dans une modeste, mais utile et féconde activité. »

Vingt-quatre années d'expérience ont pleinement démontré l'excellence de ces vues et la justesse de ces espérances. Les ouvriers de Glasgow sont aujourd'hui d'un savoir pratique

et d'une habileté célèbres dans toute la Grande-Bretagne.

Je suis persuadé qu'en employant des moyens analogues pour les hommes industrieux de la France, on obtiendra des succès plus rapides et plus grands encore. Qui pourrait douter de l'intelligence de l'artiste français et de son aptitude à saisir promptement les objets qu'on présente à sa conception! Dans les travaux que j'ai long-temps dirigés au sein de nos arsenaux les plus actifs, j'ai pu m'en convaincre par moi-même.

Les ouvriers que j'ai formés m'ont aidé pour exécuter les expériences scientifiques sur la force des bois, que j'ai faites en suivant mes propres recherches, ou sur la demande du gouvernement, à Toulon, à Corcyre, et à Dunkerque. Ces ouvriers comprenaient parfaitement les moyens géométriques et mécaniques dont je leur donnais l'explication; ils apprenaient à se servir de leurs facultés intellectuelles, et très-souvent ils perfectionnaient les moyens d'exécution que je leur indiquais. Ils ont contribué au succès de mes expériences, comme à celui des travaux de beaucoup d'autres ingénieurs que je pourrais citer. Cela nous prouve que les ouvriers français ne le cèdent en rien à ceux d'aucune autre nation, dans

leur aptitude à saisir les principes de la science, et à les appliquer.

Les ouvriers que mes collègues et moi instruisions ainsi, durant la dernière guerre, n'étaient pas des hommes qu'on eût choisis dès l'enfance, pour leur donner un apprentissage spécial et soigné ; c'étaient des artisans fournis, au hasard par la conscription ; c'étaient de simples charpentiers de maisons, des forgerons, des menuisiers, des maréchaux ferrants, la plupart accoutumés seulement aux travaux communs des petites villes, ou de la campagne. Le soir, nous leur faisions apprendre à lire et à écrire, et le jour à tracer des vaisseaux. Savez-vous, messieurs, quel fut le résultat de ces soins pris par d'anciens élèves de l'École polytechnique ? Le voici :

Lors de la dernière guerre que la France a soutenue contre l'Angleterre, les ingénieurs de la marine avaient reçu de la conscription six mille ouvriers, la plupart ignorants, et ne sachant faire que des ouvrages grossiers : un an plus tard, grâces à l'instruction que nous leur avons donnée, ce n'étaient plus les mêmes hommes ; ils suffisaient au développement des plus vastes travaux. Dans le seul port d'Anvers, ils construisaient une flotte entière ; ils mettaient à la fois en chantier vingt vaisseaux

à deux ponts et à trois ponts ; et quatre ans plus tard, il y avait en même temps vingt vaisseaux flottants, et vingt autres qui les remplaçaient sur les calles de construction !

L'armée de terre eut besoin de nos services ; et ces mêmes ouvriers construisirent sur le Danube, vis-à-vis d'Essling et de Wagram, sous le feu de l'ennemi, des ponts suffisants pour le passage d'une immense armée. Ce vaste travail fut achevé avec le sang-froid, la précision mathématique, et la rapidité qu'il eût été possible d'attendre des hommes les plus habiles, opérant dans une sécurité profonde, et avec un loisir que rien n'aurait troublé.

Eh bien, Messieurs, ce que les ingénieurs de la marine ont fait pour former aux arts nautiques six mille ouvriers, donnés par la conscription, dans tous les départements de la France, et tirés des professions les plus vulgaires, nous pouvons le faire avec un succès égal, pour former les ouvriers destinés aux arts civils.

Nous jetterons bientôt un coup-d'œil sur les résultats probables d'un tel perfectionnement dans l'instruction des classes industrieuses de la société. Disons seulement ici qu'on offrira, par ce moyen, des facilités à beaucoup d'hommes qui ont reçu de la nature un rare génie ; disons aussi que, par leurs découvertes mécha-

niques, ces hommes pourront exercer sur leur pays la plus salutaire influence.

Pour changer la face d'une grande branche d'industrie, pour ouvrir au commerce d'un peuple des sources nouvelles de richesse et de prospérité, il a suffi souvent de perfectionner un seul instrument, une seule machine!

Deux ouvriers hollandais inventent le télescope, et bientôt des cieux nouveaux sont découverts; les satellites des planètes éloignées sont aperçus; le système du monde est connu dans ses lois; des moyens d'observation sont donnés au navigateur; et la science, et les arts, et le commerce, prennent un essor inespéré, par suite d'une première découverte mécanique.

Watt améliore la machine à vapeur, et ce seul perfectionnement fait faire un pas immense à l'industrie de l'Angleterre. Cette machine représente aujourd'hui la force de trois cent mille chevaux ou de deux millions d'hommes forts et bien portants, qui travailleraient jour et nuit, sans sommeil et sans repos, pour ajouter à la richesse d'un territoire grand au plus comme le tiers de la France.

Un perruquier imagine, ou du moins il met en pratique, un métier pour filer le coton; cela seul donne à l'industrie britannique une immense supériorité. Cinquante années seules

ment après cette grande découverte, plus d'un million d'Anglais sont employés aux travaux qui dépendent, directement ou indirectement, du jeu de cette machine! Enfin, l'Angleterre exporte pour quatre cents millions de francs de cotons filés et tissés par un admirable système de mécanique! L'Inde, si long-temps supérieure à l'Europe, l'Inde qui, depuis trois mille ans, inondait l'Occident de ses produits, et qui épuisait les trésors de l'Europe, l'Inde est vaincue à son tour.

Le navigateur britannique va chercher les cotons de l'Asie, les apporte de quatre mille lieues de distance, les confie au travail de la machine d'Arckwright et de celles qui s'y rattachent, reporte ces produits dans l'Orient, en leur faisant faire de nouveau quatre mille lieues; et, malgré la perte du temps, malgré les frais énormes nécessaires à ce voyage de huit mille lieues, les cotons ouvrés par les métiers de l'Angleterre, deviennent moins coûteux encore que les cotons de l'Inde, filés, tissés à la main, près du champ qui les a produits, et vendus au marché le plus voisin: tant est grande la puissance procurée par les progrès de la méchanique!...

A présent, Messieurs, j'oserai dire aux hommes qui ne voient que de pures machines

dans les classes laborieuses : je connais une machine plus puissante encore que celle de Watt, plus intelligente que celle d'Arckwright et bien plus susceptible de perfectionnement. L'univers entier ne possède pas vingt mille machines de Watt, et dix milles machines d'Arckwright; eh bien ! j'en connais une espèce que la terre possède au nombre d'*un milliard* de copies. Les machines à vapeur de tout l'univers ne représentent pas une force supérieure à celle de quatre cent mille chevaux, et j'en connais une qui représente, par sa multiplicité, la force de *cent millions* de chevaux.

Quelle est donc cette machine ? — Faut-il le dire, en adoptant un honteux langage ? C'est l'homme.

Ces seuls rapprochements suffiraient pour montrer l'avantage matériel et pécuniaire d'améliorer la faculté productive et travaillante de l'espèce humaine : même aux yeux de ces êtres superbes qui n'envisagent que comme des machines, ou des bêtes de labeur, les individus de la classe manufacturière.

Mais d'autres considérations plus grandes et plus nobles doivent guider l'homme d'état, doivent inspirer l'ami généreux de l'humanité, et commander aux âmes religieuses qui voient dans tous les rangs de la société, les simples

mortels, appelés, par le maître de l'univers, à des destinées futures, éternelles et sublimes.

Parmi tant de nations, si différentes par le caractère, et par les moyens intellectuels ou physiques, la nation française est une de celles que la nature a le plus favorisées. Son activité lui fait exécuter avec promptitude les entreprises les plus difficiles et les plus compliquées. Dans toutes les classes, policées ou non, l'intelligence est étendue et prompte; le courage est ardent pour entreprendre, il s'accroît par les difficultés à surmonter comme par les périls à vaincre. Si quelque chose nous manque, c'est peut-être un peu de persévérance; surtout quand les bons succès tardent à couronner nos efforts. Mais, à cet égard même, il serait souverainement injuste de méconnaître et de nier les progrès qu'a faits notre caractère national depuis quarante années. Les peuples, en cela semblables aux individus, sont mûris par les grandes circonstances et par les grands malheurs; et quand une nation devient illustre, soyons-en sûrs, elle a cessé d'être frivole.

Aujourd'hui, Messieurs, la France possède, dans le moral de ses habitants, aussi-bien que dans les ressources de son territoire, tout ce qui peut la placer au premier rang parmi les nations industrieuses, éclairées, fortes et, ci-

vilisées. Mais, pour obtenir ce premier rang, nous avons besoin des travaux les plus suivis, de travaux d'esprit et de corps, à partager par toutes les classes de la société ; par des savants, pour découvrir des voies et donner des directions ; par les artistes, pour faire passer dans l'exécution, ces découvertes abstraites, et suivre les lignes nouvelles que tracent les inventeurs.

En parcourant une telle carrière, ne perdons jamais de vue que nous aurons sans cesse à lutter contre un peuple éminemment industrieux, actif, opiniâtre ; contre un peuple qui ne nous cédera pas aisément la victoire, et qui reprendra sur nous tout l'avantage, si nous nous endormons un seul instant. Je vous ai déjà beaucoup parlé de cette nation rivale ; je dois vous en parler encore, afin de vous montrer la nature et l'étendue des travaux qu'elle vous contraindra d'entreprendre et d'achever. Efforçons-nous de voir ce qui constitue la vraie puissance d'un royaume qui, dans la guerre ainsi que dans la paix, est appelé sans cesse à lutter contre nous ; et surtout gardons-nous bien, par un faux patriotisme, de chercher à nous tromper sur nous-mêmes et sur nos antagonistes.

On a cru dire une grande injure à l'Angleterre, en affirmant qu'elle remportait ses vic-

toires avec ses trésors, qui soudoyaient contre nous une foule de peuples étrangers, plutôt que par la valeur de ses propres défenseurs. Mais d'abord c'était avouer que l'or même est une force militaire, et cet or, comment l'Angleterre l'avait-elle acquis? l'avait-elle tiré de ses mines? — Elle n'en a point qui produisent ce métal. — L'avait-elle extorqué des autres peuples conquis, dans ses possessions d'outre-mer? — Nous l'avons cru, et nous nous trompions: Jamais l'Inde ni l'Amérique, par leurs tributs et leurs dépouilles, n'ont enrichi le trésor public de la Grande-Bretagne. — Quelle a donc été, dans tous les temps, la source de ce trésor? — C'est l'industrie du peuple, et le travail qui en est l'élément.

Il faut l'avouer, quatorze millions d'Anglais et d'Écossais ont plus d'industrie, et fabriquent un plus grand nombre de produits pour les transporter plus loin par le commerce, que trente et quarante millions chez la plupart des peuples du continent. Voilà pourquoi quatorze millions d'Anglais et d'Écossais ont pu lutter avec avantage, et durant la paix et durant la guerre, contre des adversaires beaucoup plus nombreux.

Qu'on ne m'accuse point de placer trop haut l'industrie britannique, et trop bas l'industrie

des autres peuples. Je vous laisse à penser, Messieurs, si je suis l'ami de mon pays, par les considérations mêmes que je soumets maintenant à votre examen et par le motif qui m'anime.

Loin de nous ces vaines déclamations des écrivains et des orateurs qui sacrifient la vérité pour se rendre populaires, dans nos assemblées, dans nos salons, dans nos ateliers! A chaque instant, ils nous parlent de notre supériorité dans tous les genres. Ils nous répètent, à satiété, que nous sommes le premier peuple du monde. Sans doute, nous avons tout ce qu'il faut pour le devenir; mais, en cet instant, loin d'être au premier rang, je crains que nous ne soyons dépassés, et dépassés de beaucoup par l'Angleterre.

L'Angleterre est arrivée à une époque remarquable, qui lui prépare des destinées nouvelles, et plus grandes que toutes ses prospérités obtenues dans les époques antérieures les plus favorables à sa puissance.

Aujourd'hui, Messieurs, dans la Grande-Bretagne, la classe industrieuse toute entière est appelée à un sort nouveau; elle est arrachée à la routine et retirée de l'ignorance; les principes et les applications des sciences utiles lui sont offerts. Cette classe reçoit avec avidité

les lumières fructueuses qu'on lui présente. Ce n'est point comme un cadeau, et par l'appât d'une faveur gratuite, qu'elle reçoit ces dons inestimables. Elle en sent si bien le prix, qu'elle-même paie pour obtenir un enseignement dont elle a reconnu toute l'importance!

Arrêtons-nous un moment à ce spectacle qu'aucun peuple de la terre n'a jamais présenté. Jetons les yeux sur l'avenir : nous n'avons pas besoin de songer à des temps bien éloignés. Il est superflu de nous demander d'abord ce que produira l'instruction nouvelle donnée à la nation britannique, dans cinquante ou dans cent années. Demandons-nous seulement ce qu'aura produit, dans vingt ans, cette même instruction.

Supposons que l'enseignement scientifique des ouvriers ne prenne pas un plus grand essor, quoique chaque mois nous offre un nouveau progrès, achevé dans cette carrière. Je vois des écoles d'industrie ouvertes à la classe ouvrière, dans les grandes cités de Londres, d'Edinburgh, de Glasgow, d'Aberdeen, de Birmingham, de Manchester, de Lancaster, de Leeds et de Newcastle. Supposons que ces villes ne procurent de l'instruction qu'à cinq mille artisans par année.

Dans vingt ans, la Grande-Bretagne comp-

tera cent mille artistes de tout état, qui auront acquis la connaissance des éléments scientifiques utiles à l'industrie. Sur ces cent mille hommes, beaucoup oublieront ce qu'ils auront appris, soit; beaucoup seront incapables d'en faire une application fructueuse, soit encore. Mais les artistes auxquels la nature a donné d'heureuses dispositions pour la combinaison des nombres, des figures ou des forces, auront entre les mains un instrument qui servira de levier à leur génie; et l'on sera surpris des effets que produira cet instrument.

Trois villes moins grandes que Rouen, que Lyon, que Nantes, que Bordeaux, que Marseille et que Strasbourg; Athènes, Florence et Genève, malgré la faiblesse numérique de leur population, sont devenues, pour l'antiquité, pour le moyen âge et pour les temps modernes, un juste objet d'admiration, par le nombre prodigieux de leurs savants, de leurs gens de lettres et de leurs artistes. Ce n'est point parce que la nature humaine se montrait plus fertile en esprits supérieurs, sur les bords de la mer Égée, de l'Arno, ni du Léman. C'est parce que l'instruction y était plus répandue.

Mais, dans Athènes, dans Florence et dans Genève, cette instruction ne s'est jamais complètement développée parmi les dernières classes

de la société. C'était seulement entre quelques milliers de citoyens que l'enseignement choisissait pour exercer ses bienfaits.

Dans la Grande-Bretagne, l'industrie compte au moins dans ses ateliers, quatre millions d'individus, qui tous sont appelés également à la nouvelle instruction scientifique. Parmi ces quatre millions, tout homme qui reconnaît en lui des dispositions particulières pour appliquer les principes du savoir aux pratiques des arts, peut dès à présent, avec la rétribution la plus modique, acquérir, aux heures où son travail a cessé, des moyens de rendre ce travail moins abrutissant pour l'esprit, et plus productif.

J'ose le prédire : dans la plupart des branches de l'industrie, des progrès inattendus, incalculables, seront la conséquence très-prochaine de la nouvelle instruction donnée au peuple britannique. Jugeons de ce qu'il pourra faire, par ce qu'il a déjà fait.

Jusqu'ici dans l'Écosse, l'enseignement populaire se bornait à des leçons de lecture, d'écriture et d'arithmétique. Mais ces simples connaissances étaient générales. Eh bien ! elles ont suffi pour permettre à une multitude de talents illustres, de sortir de la foule, afin d'immortaliser leur patrie, afin de la placer

au premier rang parmi les nations qui hâtent le progrès des sciences, des lettres et des arts.

Un professeur de Glasgow, Blacke, crée la chimie pneumatique et prépare les immenses services que cette science rend à l'industrie.

Un professeur d'Edinburgh, Smith, opère un changement complet dans l'économie politique, et prépare, pour les lois commerciales de son pays, la grande révolution qui se produit en ce moment.

Un faiseur d'instruments de physique et de mathématiques, Watt, ingénieur écossais, parvient à faire, de la machine à vapeur, le moteur le plus puissant, et le plus utile pour une foule d'arts.

Remarquez bien, Messieurs, que ces inventeurs modernes sont tous sortis de la classe industrielle; tandis qu'auparavant, il n'y avait que les hautes classes des laïcs et du clergé, qui pussent fournir des hommes assez instruits pour ajouter par leurs découvertes aux progrès de l'esprit humain. C'est l'ecclésiastique Roger Bacon qui invente la poudre de guerre; c'est le lord Napier qui invente les logarithmes: deux grandes découvertes qui ont changé la face des travaux mathématiques, et l'état moral de la société.

Ne craignons pas d'affirmer que d'ici à vingt

années, les conquêtes de la science et de l'industrie, dans l'Écosse et l'Angleterre, surpasseront celles des générations qui ont donné tant de prospérités au peuple britannique.

La seule question que nous ayons à nous proposer, est de savoir si nous voulons rester en arrière de cet immense progrès?.... ou si nous voulons marcher sur la même ligne pour devancer, s'il est possible, un peuple que la nature a créé notre rival dans tous les genres de gloire?....

Les faits que j'ai rapportés au sujet des dispositions de la classe populaire en France, ne laissent aucun doute sur la facilité d'instruire les simples ouvriers, dans notre patrie où l'intelligence naturelle est si vive et si pénétrante, où la mémoire est susceptible d'impressions si variées et si nombreuses!

A présent, Messieurs, vous tous qui êtes réunis dans cette enceinte, c'est à vous que je m'adresse. Je vous fais les dépositaires des grandes espérances que la patrie doit concevoir en vous. Je vous demande en son nom de la rendre plus heureuse et plus opulente, en ajoutant à votre bien-être et à votre bonheur; de la rendre plus puissante et plus splendide, en faisant de vos forces physiques et morales un usage plus intelligent. Puisse ma voix exciter

en vos âmes ces mouvements généreux et ces impressions profondes d'où sortent les déterminations énergiques et durables. C'est à vous que l'industrie française demande de lui donner l'exemple. Vous êtes l'élite de la classe laborieuse de la capitale d'un grand et puissant royaume. Devenez, pour tous les pays du monde, l'élite de toutes les classes laborieuses, en ajoutant les travaux de l'esprit aux travaux corporels. Il s'agit de tenter une lutte nouvelle. Souvent on vous a vus triompher des peuples les plus belliqueux, et, sur les champs de bataille, montrer que les enfants de nos ateliers savent exceller aussi à manier, contre les ennemis de leur pays, les instruments de la guerre et les outils de la gloire. Aujourd'hui cherchons seulement à bien manier, à bien diriger ceux de l'opulence et de la paix.

Voyez réunis dans cette enceinte, pour vous encourager par leur présence amie, ces géomètres, ces astronomes, ces chimistes et ces physiciens, qui ont remporté, dans la carrière scientifique, des palmes qui sont aussi la gloire de la France. Voyez vos maîtres et vos pères, ces grands fondateurs de nos plus beaux établissements de l'industrie, dont la plupart ont commencé par vivre, comme vous, du travail de leurs mains. A présent, grâces à la force de

leur intelligence, ils emploient vos bras par milliers, et vous montrent la route où doit vous appeler une honnête et juste ambition. Tous ces hommes, éminents dans leurs carrières variées, sont unanimes avec moi dans leurs vœux et dans leur espoir. C'est à vous, c'est à nous de réaliser leur généreux désir et leur patriotique espérance. J'y ferai pour ma part tout ce que mes études et ma faible expérience me permettront de faire.

Je rédigerai d'avance et l'on imprimera pour vous l'analyse de chaque leçon. Dans cette analyse, je donnerai les principes qu'il vous importe de graver dans votre mémoire, et j'indiquerai leurs applications les plus utiles.

Ces analyses vous serviront d'abord pour vous préparer aux leçons, et ensuite pour vous en rappeler les parties essentielles.

Vous serez obligés de dépenser *deux sous* par séance, pour avoir les programmes dont je vous parle, et qui seront délivrés dans la demi-heure qui précédera chaque leçon, par le concierge du Conservatoire.

L'ensemble de ces programmes pourra servir aux personnes qui désireront professer de semblables cours; elles y trouveront une marche complètement développée, et facile à suivre.

Aujourd'hui, Messieurs, la France possède

quatre mille ingénieurs ou officiers, fournis au civil et au militaire, par l'École polytechnique; la plupart sont en état de faire un cours en faveur des ouvriers, d'après le plan que j'ai tracé. La plupart auraient à y ajouter les fruits de leurs observations et de leur expérience, dans les importants services publics qu'ils ont dirigés ou qu'ils dirigent encore.

Parmi ces quatre mille ingénieurs, il suffira qu'il s'en trouve seulement un ou deux de bonne volonté dans chacune des villes industrieuses, de Rouen, de Lille, de Saint-Quentin, de Lyon, de Saint-Étienne, de Toulouse, de Bordeaux, de Marseille, de Nantes, de Montpellier, de Nimes, de Grenoble, de Colmar, de Strasbourg, de Metz, de Nevers, etc., etc., pour y faire jouir la classe industrielle d'un enseignement pareil à celui que nous commençons aujourd'hui.

Par cet ensemble d'efforts et de leçons, les lumières de la science, propagées à la fois dans tous les centres de notre industrie, y fourniront des procédés pour faire acquérir à nos produits, des formes plus exactes et plus parfaites; à nos outils, à nos instruments, à nos machines, un jeu plus facile et plus puissant. En familiarisant partout nos artistes avec les principes qui doivent les guider dans leurs tra-

vaux, on leur fournira des méthodes pour perfectionner à la fois les objets fabriqués, et les pratiques de fabrication. Laissons à l'avenir le soin de nous révéler les fruits heureux de ces nouveaux moyens de prospérité.

Si les idées que j'aime à concevoir se réalisent bientôt, je sentirai dans mon cœur une joie que vous partagerez : ce sera de voir l'ère nouvelle de ces prospérités dater de la première année d'un règne dont l'aurore sourit aux espérances généreuses de tous les bons Français.

TREIZIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ DANS L'AMPHITHÉATRE DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS, LE 22 DÉCEMBRE 1822.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

DES APPLICATIONS

DE LA GÉOMÉTRIE AUX ARTS.

MESSIEURS,

Par le discours que j'ai prononcé, dans ma première leçon, je vous ai développé les vues qui me dirigent dans le nouvel enseignement que j'entreprends de vous offrir, et les avantages divers que vous pouvez en retirer.

Arrivés au terme des applications de la géométrie aux arts, il vous importe de jeter un coup d'œil sur l'ensemble des principes que vous avez empruntés à cette science, et sur les conséquences fécondes que vous avez vues en découler pour un grand nombre d'arts.

Je vous ai fait connaître les propriétés des lignes droites, parallèles, qui, se trouvant

partout à la même distance les unes des autres, peuvent être prolongées aussi loin qu'on voudra, sans jamais se rencontrer. Vous avez vu que des parallèles comprises entre des parallèles, ont nécessairement la même longueur.

A chaque instant ces premières propriétés se reproduisent dans le mouvement des corps. Lorsqu'un corps, ayant une figure invariable, se meut sans tourner, et qu'un de ses points décrit une ligne droite, tous les autres points de ce corps décrivent aussi des lignes droites; ces lignes sont toutes parallèles, et toutes d'égale longueur. Ce mouvement rectiligne est celui : des tiroirs, dans leurs coulisses; des pistons, dans les corps de pompe; des chariots, sur les ornières en fer; des métiers à filer, dans les guides parallèles qui assurent la régularité parfaite de leurs mouvements.

Au sujet du filage et du tissage, nous avons vu que les progrès du goût qui veut des fils et des tissus d'une rare finesse et d'une égalité complète, exigent de l'industrie, qu'elle emploie des métiers exécutés avec une rigueur, une précision vraiment géométriques. On ne parvient à filer, à tisser d'une manière très-remarquable, qu'en faisant usage de métiers qui assurent aux fils une direction et des mouvements du parallélisme le plus exact.

Les propriétés des parallèles combinées avec les propriétés des perpendiculaires, suffisent pour exécuter les plans géométriques, les sections et les élévations de tous les objets utiles à l'industrie. On appelle géométrie descriptive la science particulière qui enseigne à vaincre les difficultés, et à résoudre toutes les questions qui peuvent se présenter dans le dessin des machines et des produits d'industrie. On fait, au Conservatoire, un cours de géométrie descriptive, confié aux soins d'un très-habile professeur, M. Gauttier, ancien élève de l'École Polytechnique. Nous formons vivement le vœu que les leçons de ce cours soient aussi données le soir en faveur de la classe ouvrière.

La ligne la plus simple, la plus régulière, la plus facile à tracer, après la ligne droite, est la circonférence du cercle.

Quand un corps tourne sur deux points fixes, chacun de ses points mobiles décrit un cercle; ces cercles, pris deux à deux, sont partout à égale distance l'un de l'autre, leur centre est placé sur la ligne droite qui joint les points fixes. Cette droite est perpendiculaire au plan du cercle; elle est *l'axe* du cercle. Ces propriétés de l'étendue sont le principe d'après lequel le tourneur exécute tous ses travaux.

Si l'on découpe un cercle dans un plan, la partie découpée présente une circonférence en relief, et le reste du plan une circonférence en creux; or la propriété caractéristique du cercle, c'est qu'on peut faire tourner la circonférence en relief, dans la circonférence en creux, sans que les deux circonférences cessent de se toucher en tous leurs points.

Cette propriété, très-importante pour l'industrie, est le principe du jeu des robinets, du jeu des boîtes circulaires à vapeur, du jeu des gonds dans les pentures, du jeu des roues autour de leurs essieux, etc.

Une des questions de géométrie les plus utiles à l'industrie, est la division exacte de la circonférence du cercle en parties égales. Je vous ai fait voir que la bonté de beaucoup de machines et de métiers, dépendait d'une excellente division des contours circulaires : par exemple, pour les roues dentées, et pour les cylindres cannelés, indispensables aux machines ingénieuses employées à filer le coton dans ses plus grands degrés de finesse.

Nous avons vu, par ce même exemple, que des méthodes géométriques, réservées autrefois pour un petit nombre d'arts privilégiés, qu'on regardait comme les arts savants par excellence, et qu'on appelait *arts libéraux*, ces

méthodes, dis-je, descendent forcément dans une foule d'autres arts, à mesure que le goût du public devient plus exigeant, à mesure aussi que l'industrie devient plus habile pour satisfaire cette exigence.

Voilà comment la géométrie qui, jadis, pouvait sembler une espèce de luxe, réservé pour des professions rares et privilégiées, est à présent un objet de première nécessité pour d'autres professions très-ordinaires.

Lorsque la science descend ainsi dans l'industrie, elle exige, des hommes qui cultivent les arts, un plus grand développement d'intelligence. En même temps, elle élève ces arts aux yeux de ceux qui les professent; elle les élève aux yeux de la société toute entière, qui proportionne son estime et sa considération, d'après les connaissances et les talents qu'elle voit devenir indispensables à l'exercice de chaque profession.

Je poursuis le résumé des vérités géométriques, applicables à l'industrie.

Après avoir considéré séparément la ligne droite et le cercle, nous les avons combinés ensemble. Nous avons examiné le mouvement d'un cercle qui glisse ou qui roule sur une ligne droite : c'est le méchanisme des voitures qu'on fait mouvoir sur des routes planes.

Nous avons ensuite expliqué la transmission du mouvement d'un cercle à un autre par des lignes droites, ou chaînes, ou courroies; et enfin, la transmission directe du mouvement d'un cercle à un autre, soit par frottement, soit par engrenage.

De ces premières données, la ligne droite et le cercle, nous sommes passés à l'examen des figures qu'on peut procurer aux produits d'industrie, avec des lignes de ces deux genres.

Avec des lignes droites on peut faire des triangles, ou figures à trois côtés. Ces figures ont une foule de variétés, parmi lesquelles nous avons distingué le triangle rectangle, dont un angle est droit. Telle est l'équerre du dessinateur. Au moyen de cette équerre et de la règle, on trace à volonté des parallèles et des perpendiculaires.

Avec quatre lignes droites on forme une bien plus grande variété de figures qu'avec trois. Ces figures s'appellent toutes *quadrilatères*.

Nous avons défini le *quarré*, dont les quatre côtés, comme les quatre angles, sont égaux entre eux. Le *rectangle*, qui a deux petits côtés égaux, deux grands côtés égaux, et les quatre angles droits égaux entre eux. Le *losange*, qui a deux angles aigus égaux, deux angles obtus égaux, et les quatre côtés égaux

entre eux. Le *parallélogramme*, qui a deux petits côtés égaux et parallèles, deux grands côtés égaux et parallèles, deux angles aigus égaux, et deux angles obtus égaux; enfin, le *trapèze*, qui a seulement deux côtés parallèles.

Toutes ces figures se présentent à chaque instant dans les formes à donner aux produits de l'industrie et dans les machines qui servent pour exécuter ces produits; avec la ligne droite, on exécute aussi des figures de cinq, de six, de sept et d'un plus grand nombre de côtés. Ces figures s'appellent toutes des *polygones*.

Il faut distinguer, pour leur importance dans l'industrie, les polygones réguliers.

Le triangle dit *équilatéral* est la figure régulière, le polygone régulier de trois côtés; parce que ces trois côtés sont égaux, de même que les trois angles.

Le *quarré* est la figure régulière, le polygone régulier de quatre côtés; parce que les quatre côtés du quarré sont égaux entre eux, de même que ses quatre angles.

En général le polygone régulier est la figure terminée par des côtés en ligne droite, égaux entre eux, et formant des angles pareillement égaux entre eux.

Parmi les polygones réguliers importants pour l'industrie, il en est un sur lequel il a

fallu surtout fixer votre attention : c'est le polygone de six côtés, qu'on appelle *hexagone*. Les abeilles, en faisant leurs ruches, construisent tous leurs alvéoles en *hexagone*.

Si, dans un cercle, on prend le rayon pour ouverture de compas, et qu'on porte cette ouverture sur la circonférence, quand on l'a portée six fois on revient juste au point de départ : en joignant les points ainsi marqués au compas, on forme un hexagone régulier. Le côté de l'hexagone inscrit de cette manière, dans un cercle, est par conséquent égal au rayon. Il existe une foule d'arts pour lesquels cette propriété trouve l'application la plus heureuse.

Chaque polygone régulier peut être tracé dans un cercle, de manière que la circonférence du cercle passe par tous les sommets du polygone, quel que soit le nombre de ces sommets.

Vous avez vu les applications nombreuses et variées des polygones, aux tracés du carrelage, du vitrage, de la mosaïque, de la marqueterie, etc.

Après avoir considéré isolément chacune des figures dont je viens de vous rappeler la définition, le tracé, les propriétés, il faut comparer ces figures.

Des figures composées de lignes droites sont

égales, quand les lignes correspondantes ont même longueur, et quand les angles correspondants sont égaux.

A chaque instant il est question, dans les arts, d'exécuter un produit d'après un modèle de même grandeur, ou le modèle d'après le produit donné. C'est par une mesure exacte des lignes et des angles, et par les méthodes de la géométrie descriptive qu'on parvient à résoudre ces questions.

Deux figures *symétriques* ont les côtés correspondants égaux et les angles correspondants égaux aussi; mais ces côtés et ces angles sont placés dans un ordre opposé : de manière, par exemple, que tout ce qui dans l'une est à gauche, se trouve à droite dans l'autre.

Les deux côtés de la face de l'homme offrent l'exemple le plus familier qu'on puisse trouver de deux formes symétriques.

Remarquez bien quelle différence existe entre l'égalité et la symétrie. Supposez que je moule en plâtre le côté droit de ma figure. Ce moule est parfaitement identique avec le côté droit, et peut s'appliquer exactement dessus. Ainsi je dis que le moule est égal à cette face droite.

Mais essayez, maintenant, de poser sur la face gauche, le moule de la face droite; vous trouverez impossible de faire cadrer le moule

avec la face; bien qu'ils soient parfaitement pareils et de même dimension.

Les figures qui, comme les deux côtés d'une tête, sont de même grandeur, et de même forme dans toutes leurs parties, sont dites figures *symétriques*. Elles ont mêmes dimensions en tout sens, elles ont même surface, elles ont même volume, mais elles ne sont pas égales; et, si elles ont du relief, on ne peut pas faire qu'elles s'ajustent complètement, quand on les pose l'une contre l'autre.

La connaissance des propriétés géométriques de la symétrie est utile dans une foule d'arts. L'architecte en fait un principe dans la conception de ses plus beaux édifices, qu'il compose généralement de deux parties symétriques. Quand, sur une route rectiligne, on plante, à droite et à gauche, des rangées d'arbres pareils et qui sont à la même distance, les deux côtés de la route sont symétriques.

Dans l'intérieur d'un temple, d'un palais, les voûtes sont portées par des rangées de piliers ou de colonnes d'égale grosseur et d'égale hauteur, également espacées; ces rangées sont symétriques.

La symétrie, qui n'a pour but que de satisfaire aux lois de l'ordre et de la simplicité, est pour l'homme qui la contemple une source de

plaisir, et lui rappelle des idées de perfection auxquelles il accorde le nom de beauté.

Il y a des figures qui ne sont ni égales ni symétriques, et qui pourtant reproduisent exactement les mêmes formes, mais sur des dimensions différentes : ce sont les figures proportionnelles.

Au sujet de ces figures, je vous ai rappelé les propriétés des proportions dites géométriques, à cause de leur grand usage dans la géométrie.

Une proportion est composée de deux rapports égaux. Chaque rapport a deux termes, et le premier, divisé par le second, donne précisément la valeur du rapport. Une proportion a donc quatre termes : deux extrêmes et deux moyens ; le produit des extrêmes est égal au produit des moyens.

Les propriétés des nombres proportionnels se reproduisent dans toutes celles des lignes proportionnelles. Ces lignes sont de la connaissance la plus importante pour exécuter, soit un dessin, soit un modèle plus petit ou plus grand que quelques produits d'industrie. Il faut, avant tout, diviser et subdiviser une échelle en parties égales ; opération délicate dont je me suis efforcé de vous bien faire apprécier l'importance, en vous excitant à porter

dans vos tracés, dans vos travaux, cette exactitude, cette précision, cette rigueur géométriques qui, seules, peuvent en assurer le succès.

Il y a des instruments qu'on emploie pour former une figure semblable à une autre. Tel est le compas de proportion, tel est le pantographe; je vous les ai décrits.

Les lignes proportionnelles font connaître, au sujet du triangle rectangle et du cercle, des propriétés utiles aux travaux des arts; je vous les ai développées.

En passant des lignes aux surfaces, nous avons examiné d'abord comment l'industrie peut exécuter la plus simple des surfaces, le plan. Nous l'avons décrit avec le rabot, avec la scie de long, avec la scie à recéper les pieux, avec la scie circulaire, avec la roue armée de goujes et de rabots inventée par Bramah.

Nous avons examiné les figures qu'on peut faire avec des plans; la plus simple est la tringle ou le *prisme; triangulaire*, s'il est à trois faces; *quadrangulaire*, s'il est à quatre faces, etc.

Le prisme triangulaire sert de guide à l'outil du tourneur qui veut produire un cylindre; l'optique en a fait un usage admirable pour décomposer la lumière dans ses couleurs primitives.

Le prisme à quatre faces présente une foule de variétés; si la base est un parallélogramme quarré, on l'appelle *parallélipipède*. Si sa base est un parallélogramme rectangle et que cette base soit perpendiculaire aux autres faces, le parallélipipède est rectangle.

Quand la hauteur de ce dernier prisme est égale à sa largeur et à son épaisseur, on forme la figure appelée *cube;* elle est pour les volumes ce que le quarré est pour les surfaces.

L'architecture fait un usage perpétuel des prismes rectangles : soit qu'elle construise en pierre de taille, soit qu'elle suive le système romain de prismes *à bases lozanges*, ou le système cyclopéen, de prismes à bases irrégulières emboitées les unes avec les autres.

La pyramide se compose d'une base et d'un certain nombre de faces en triangle qui toutes ont le même point pour sommet : c'est le sommet de la pyramide.

On emploie la pyramide dans la construction des obélisques. Le sculpteur se sert de la propriété des pyramides pour mettre au point ses figures; le géographe s'en sert pour déterminer, d'après une base, la position de différents points plus ou moins élevés que cette base.

Je vous ai montré comment on emploie le

quarré pour mesurer les surfaces, et le cube pour mesurer les volumes.

En combinant les propriétés des lignes proportionnelles et des quarrés, nous sommes arrivés jusqu'à connaître et démontrer cette belle loi de la nature : la quantité de lumière qu'un point lumineux verse sur les corps qu'il éclaire, décroît dans le même rapport que le quarré de la distance du point lumineux à l'objet éclairé.

Cette loi du rapport inverse des quarrés des distances, nous la retrouvons dans l'attraction de la terre, dans l'attraction du magnétisme, dans l'attraction et la répulsion de l'électricité. La première de ces propriétés générales, éternelles, de la force, de la matière et de l'espace, vous avez pu vous élever à la comprendre en peu de leçons. Cependant les physiciens et les géomètres ont mis cinq mille ans à découvrir les vérités de cet ordre ! Voilà la mesure des méthodes d'enseignement de la science moderne. Un tel rapprochement vous a frappés, et vous avez pour un moment oublié que nous supprimions tout signe d'improbation ou d'approbation, pour saluer, par vos acclamations, ce progrès des connaissances sublimes que nous nous efforçons de vous rendre familières.

Un souvenir qui s'offre à ma pensée ne me

permet point de vous adresser de reproches pour cette infraction d'une règle qui convient à la sévérité de nos études et à la simplicité de nos manières.

Durant mon dernier voyage en Angleterre, il me fut donné de contempler un des plus beaux spectacles qui jamais aient flatté les regards d'un ami de l'industrie. J'ai vu réunis dans la même enceinte, l'élite des savants, des artistes des gens de lettres et des grands magistrats, en un mot les hommes les plus illustres de trois royaumes, présidés par le premier ministre d'un puissant empire; et cela, Messieurs, pour voter un monument : — A qui? — A un raccommodeur d'instruments de physique, devenu plus tard fabricant de machines; à James Watt : et le premier des souscripteurs pour la statue qu'on voulait ériger à cet homme de l'industrie, c'était LE ROI, qui souscrivait pour douze mille cinq cents francs!...

Parmi les discours éloquents qui furent prononcés alors, et que j'ai recueillis, il en est un qui me frappa. C'est celui du célèbre Mackintosh, l'un des plus brillants orateurs de la chambre des communes. Après avoir parlé des progrès que l'application de la science aux arts a déjà procurés à l'industrie britannique, sir James Mackintosh poursuit ainsi : « Pour

moi, je suis persuadé que des conséquences plus étendues, plus élevées encore, sont réservées à la postérité, dans les livres secrets du destin. La combinaison des arts utiles et des beaux-arts a répandu des connaissances générales dans un plus grand nombre d'esprits; ces connaissances ont été mises à la portée de cette classe d'hommes, pour la plupart remarquables par leur esprit intelligent, ingénieux, actif, et pleins du désir de s'instruire. Il y a peu de temps, j'ai visité, dit-il, une institution de cette métropole, où des leçons scientifiques sont données aux artisans. Ils étaient au nombre de huit cents. Jamais je n'ai vu d'assemblée plus régulière et plus respectable, ni de réunion populaire où la décence et la propreté du vêtement et de la contenance, indiquassent un sentiment moral plus approprié à la circonstance. La leçon roulait sur un objet en apparence (mais seulement en apparence) bien au-dessus de l'intelligence d'un tel auditoire. Il s'agissait de faire comprendre la loi de l'attraction, révélée à l'univers par l'illustre Newton. Le professeur expliquait la diminution de la force attractive, en raison du quarré des distances. Lorsqu'il eut achevé ses explications et sa démonstration, l'auditoire tout entier éclata par un applaudissement unanime,

comme si les hommes dont il était composé, eussent senti qu'une vérité nouvelle et sublime venait d'être révélée à leur intelligence. Peut-être jamais applaudissement plus honorable pour l'esprit des approbateurs ne se fit entendre dans aucune assemblée. » Cette noble peinture d'une scène si intéressante pour les amis des progrès de l'espèce humaine, fut à son tour couverte d'applaudissements par un auditoire composé des hommes les plus éminents dans les sciences, les lettres et les arts.

Et moi, Messieurs, je suis bien aise de prouver à la France, que si l'élite des hommes qui font florir l'industrie dans la superbe Londres, s'enflamme d'un feu qui l'honore, à la vue des beautés de la science et des découvertes du génie, l'élite des hommes qui font florir l'industrie dans notre capitale n'est pas moins sensible à ces beautés intellectuelles, ni moins capable de les saisir, ni moins ardente à s'empresser pour en suivre les développements et la démonstration.

Je poursuis le résumé général de nos applications géométriques.

Nous avons donné la seule mesure qu'il soit possible d'obtenir, c'est-à-dire la mesure approximative :

1°. De la circonférence ;

2°. De la surface du cercle;

3°. De la surface d'un secteur;

4°. De la surface d'un segment.

Nous avons donné pareillement la mesure de la surface d'un polygone régulier.

Les polygones réguliers jouissent d'une propriété bien précieuse pour les arts. A contour égal, ils renferment un plus grand espace que tout polygone irrégulier ayant le même nombre de côtés. Le cercle est plus avantageux encore; à contour égal, il renferme un plus grand espace que tous les polygones imaginables.

Ces belles propriétés vous donnent, pour une foule de cas, le moyen facile d'exécuter des produits d'industrie, avec le plus d'économie possible, dans l'emploi de la matière. Je vous en ai cité un grand exemple, au sujet des tuyaux nécessaires à la conduite des eaux d'une ville.

La géométrie fournit des méthodes pour trouver en chaque circonstance la forme et les dimensions soit des machines, soit des produits d'industrie, afin d'obtenir cette plus grande économie dans l'emploi du temps, de l'espace, de la matière, de la force, de la vitesse; en un mot, dans la consommation de tous les éléments des arts susceptibles de produire un bénéfice de choses ou d'argent.

Nous verrons une application remarquable de ces recherches, quand nous voudrons trouver les charges qui sont le plus avantageuses à faire porter, soit par l'homme, soit par les animaux.

En traitant de la ligne droite, nous avons vu quelles variétés les produits d'industrie peuvent recevoir, lorsqu'on leur donne des formes purement rectilignes.

La combinaison du cercle et de la ligne droite procure des formes nouvelles, non moins précieuses pour les arts.

Lorsque la circonférence d'un cercle se meut sans tourner, et de manière qu'un de ses points parcoure une ligne droite, tous ses autres points suivent de même une ligne droite; toutes ces droites sont parallèles, et leur ensemble forme le *cylindre*.

Le même cylindre pourrait également être produit par une ligne droite qui se mouvrait parallèlement, en s'appuyant contre le cercle dont nous venons de parler.

Ces deux moyens de génération sont employés très-distinctement dans les arts.

Le tourneur exécute le cylindre en décrivant à l'aide d'un outil tranchant, une suite de cercles parallèles.

Le charpentier de vaisseaux exécute un mât

cylindrique, en taillant au vif dans le bois une suite d'arêtes en ligne droite, qui partent de la base circulaire du cylindre.

Par le premier moyen, celui du tourneur, on est certain que la surface est exactement continue dans le sens du contour de chaque cercle; mais on n'est pas sûr d'une régularité, d'une continuité parfaite, en passant d'un cercle à l'autre.

Par le second moyen, celui du charpentier de vaisseaux, on est certain que la surface est exactement continue dans le sens de chaque arête; mais on n'est pas sûr d'une continuité parfaite dans le sens de chaque cercle parallèle à la base.

Je vous ai fait apprécier les avantages de ce sentiment de la continuité qui, seul, peut vous mettre en état de juger habilement, à la simple vue, de la perfection ou des défauts de chaque produit d'industrie exécuté par de bons ou de mauvais ouvriers. Il existe des arts, et la construction des vaisseaux en est un des plus grands exemples, où la continuité des formes est d'une extrême importance. De cette continuité dépend, en beaucoup de cas, la bonne ou la mauvaise marche des navires.

Il est des cylindres qui, pour base, au lieu du cercle, ont des courbes fort diffé-

rentes. Ils jouissent aussi de propriétés géométriques très-utiles pour les arts; toutes leurs arêtes sont des lignes droites parallèles; en coupant ces cylindres dans le sens d'une de leurs arêtes, on peut les déployer, les développer, pour les poser sur un plan qu'elles touchent partout. Ainsi le cylindre est au nombre des surfaces qu'on appelle *développables*.

Vous savez en effet qu'un tuyau cylindrique de plomb ou de fer-blanc peut se développer; alors la feuille de plomb ou de fer-blanc, sans qu'on ait besoin de la comprimer ni de l'étendre nulle part, devient parfaitement plane.

Réciproquement, quand on prend une feuille plane et flexible, on peut toujours, sans la comprimer ni l'étendre nulle part, la plier de manière à former toute espèce de cylindres. C'est une des principales occupations du ferblantier, du boisselier, du plombier, etc.

Quand la base inférieure et la base supérieure du cylindre sont des plans, et que les arêtes sont perpendiculaires à ces plans, il est facile de calculer la surface courbe et le volume du cylindre : la surface de la partie courbe est égale au contour de la base du cylindre multipliée par la hauteur de ce cylindre.

Le volume du cylindre est égal à la surface de la base multipliée par la hauteur.

Quand on prend un cylindre droit circulaire (c'est le plus employé dans les arts), et qu'on le coupe obliquement par un plan, la section qu'on obtient n'est plus un cercle; c'est une espèce d'ovale remarquable, qu'on appelle *ellipse*. Le jardinier la trace au cordeau d'une manière très-simple. Il fixe à deux piquets les bouts de son cordeau; puis, avec un traçoir, il tend le cordeau tant qu'il peut, et fait couler ce traçoir tantôt en avant, tantôt en arrière : il figure ainsi l'ellipse sur le terrain. On appelle foyers les points où sont plantés les deux piquets qui retiennent le cordeau : le grand axe de l'ellipse passe par ces deux piquets ou foyers. Le petit axe est perpendiculaire au grand.

Si le contour d'une ellipse peut réfléchir la lumière qui part d'un foyer, cette lumière, en se réfléchissant, passe toujours par l'autre foyer.

Si le contour d'une ellipse peut réfléchir le son lorsqu'on parle à voix basse d'un foyer de cette ellipse, tous les sons se réfléchissent vers l'autre foyer, où il se forme un écho très-sensible. Ces belles propriétés sont précieuses pour les arts.

D'après les lois de l'attraction des corps célestes, si la Terre, ou Mars, ou Saturne, ou toute autre planète, n'était attirée que par le soleil, elle décrirait une ellipse parfaite autour de cet astre.

Enfin, Messieurs, dans cette séance même, je viens de définir le cône, la sphère, et, en général, les surfaces de révolution; je viens d'indiquer la mesure de leur surface et de leur volume, le moyen de les tracer et de les fabriquer.

Les sections du cône nous ont fait connaître l'*hyperbole*, et la *parabole* si précieuse pour la fabrication des instruments d'optique et d'acoustique.

Je termine ici l'exposition des principes de géométrie, dont l'intelligence est indispensable pour comprendre la forme et le jeu des machines.

Déjà nous savons mesurer, fabriquer, comparer un assez grand nombre de lignes, de surfaces et de solides. La ligne droite, le cercle, l'ellipse, la parabole et l'hyperbole; les triangles, les quarrés, les rectangles, les parallélogrames, les lozanges et les trapèzes; les polygones réguliers et surtout l'hexagone; les surfaces planes, cylindriques, coniques et développables; les sphères et les surfaces de révolution.

Chacune de ces formes, nous l'avons vue employée dans les arts les plus différents, et souvent nous l'avons trouvée produite par la nature même. Nous la verrons se reproduire tour à tour dans les machines que nous examinerons bientôt.

Quant aux applications : elles nous ont permis de comprendre et juger des opérations toujours utiles et souvent importantes, dans les arts du tourneur, du menuisier, du tailleur de pierres, du charpentier de maisons et de vaisseaux ; du ferblantier, du plombier et du boisselier ; du vitrier, du marquetier, du carreleur ; dans l'art de filer et de tisser le coton et le duvet de cachemire ; dans la fabrique des instruments d'horlogerie, de mathématiques, d'optique et d'acoustique ; dans la confection des machines à vapeur, des roues à planer les bois, etc., etc.

A présent, Messieurs, vous devez concevoir l'utilité de la géométrie pour tous les arts. Nous en sommes encore aux simples éléments de cette science féconde ; et déjà nous avons lieu d'être étonnés de l'abondance et de la variété des applications qu'elle fournit à l'industrie. Il est encore des services plus relevés que la haute géométrie peut seule rendre! Mais, pour vous les démontrer avec fruit, il

faudrait que vous fussiez tous familiarisés avec les opérations de la géométrie descriptive, science dont je ne puis trop vous recommander l'étude et la pratique.

Permettez-moi, du moins, de vous offrir un petit nombre de considérations générales sur les applications de la haute géométrie. Si parmi vous il est quelque tête fortement organisée pour la conception des sciences exactes et de leurs plus sublimes services, ces considérations ne resteront pas stériles; et j'aurai peut-être allumé dans quelque intelligence, un feu sacré qui n'attendait que cette étincelle pour jeter à son tour des clartés utiles à la science, et favorables à l'industrie.

Les personnes qui commencent à cultiver la haute géométrie, ne sauraient soupçonner le charme qu'elles éprouveront un jour à ce travail. Elles ne voient, dans les premiers rudiments de la science, qu'un enchaînement inextricable, de propositions abstraites, de démonstrations épineuses, de descriptions qui fatiguent et rebutent l'intelligence.

C'est, en effet, une étude fort pénible que celle des premières conceptions de la géométrie à trois dimensions. Il faut apprendre à se représenter, en idée, des surfaces et des courbes dont les formes, d'une complication plus

ou moins grande, sont variées à l'infini. Il faut les voir par les yeux de l'esprit, se couper, se toucher, s'envelopper, suivant des conditions données. Mais, quand ce travail intellectuel nous a rendus familiers avec les propriétés qui caractérisent les principales espèces de courbes et de surfaces, il semble qu'un nouvel ordre de conceptions vienne d'être créé dans notre entendement. Nous découvrons des rapports généraux, immuables, qui sont les lois éternelles de l'étendue figurée. Ces vérités mathématiques, loin d'être abstraites, se présentent à notre intelligence, sous des aspects visibles et pour ainsi dire palpables.

Voilà comment l'imagination, qui semblait étrangère à des conceptions purement rationnelles, crée en quelque sorte un monde nouveau dont les objets, soumis dans leur position, dans leur figure et dans leurs mouvements, à des règles invariables, présentent de toutes parts des idées d'ordre, de constance et d'harmonie.

Lorsque ensuite nous passons de ce monde géométrique à la réalité du monde physique, nous retrouvons dans les espaces que la matière occupe et, dans les espaces qu'elle parcourt, les formes abstraites que la science avait imaginées. Les lois générales auxquelles sont assujetties ces abstractions mathématiques, reçoi-

vent tour à tour leur application. L'esprit humain découvre, avec une surprise où le plaisir est égal à l'admiration, que l'univers et ses phénomènes portent, dans leur existence, le type ineffaçable de ces formes idéales et de ces lois théoriques.

Voulons-nous comprendre l'immense différence qui se trouve entre cette nouvelle manière d'envisager la nature et la manière dont l'envisage un vulgaire ignorant? Prenons pour exemple le spectacle du ciel.

Aux yeux du vulgaire, une concavité solide, et pour cette raison même appelée le *ciel* *, le *firmament*, est parsemée de points lumineux qui semblent tous à la même distance du spectateur et comme des flambeaux dispersés sur le fond d'une voûte azurée. Lorsqu'on les regarde long-temps, on voit bien qu'ils changent de position par rapport à la terre; quelques-uns même s'approchent ou s'éloignent les uns des autres; mais ils errent dans l'espace, en suivant des voies dont rien n'annonce et dont rien ne conserve la trace. C'est ainsi qu'aux yeux de l'ignorance tout paraît insignifiant et borné dans l'immensité de l'univers, et dans l'harmonie du mouvement des mondes.

* Mot tiré du grec, qui signifie *creux*.

Le géomètre qui contemple les cieux, y reconnaît un tout autre spectacle. Il interrompt, par la pensée, la continuité de la voûte céleste et l'égalité supposée de ses distances à la terre. Il se forme en idée une mesure de ces éloignements, dont l'étendue, découverte par son génie, paraît incommensurable avec la grandeur des objets qui tombent sous nos sens. Lorsqu'il étudie la marche des corps célestes, il ne les regarde plus comme errants au hasard dans le vague de l'espace; il se figure avec précision leurs routes invisibles; il se représente la ligne droite, dans la voie que suit la lumière, pour arriver des astres jusqu'à notre globe; il se représente le cercle, dans la courbe que décrit chaque point des planètes et de leurs satellites, en tournant autour de leurs axes respectifs. Pour lui l'ellipse est tracée dans les cieux; c'est l'orbe où circule chaque planète autour du soleil. Le foyer de cette ellipse est un point qui, dans sa pensée, coïncide avec un autre point immatériel : c'est le centre même de l'astre qui nous donne la lumière, les jours et les années. Il fait passer par ce centre un axe mathématique, autour duquel il voit circuler tous les corps de notre système planétaire. Il conçoit un plan, invariable dans sa direction; d'une position con-

stante par rapport à ce système, et qui, sans dépendre ni des ans, ni des siècles, se transporte avec l'ensemble des planètes et de leurs satellites, à travers l'immensité des espaces célestes.

Mais par quels moyens reconnaîtra-t-il la réalité d'un mouvement circulaire que nous ne pouvons ni voir, ni sentir, parce qu'il entraîne à chaque instant notre globe; et semble, par cela même, entraîner dans un sens opposé l'univers autour de nous? C'est en étudiant la figure de la terre, de la terre dont la mesure a donné son nom propre à la géométrie. La rotation des corps célestes est écrite en caractères ineffaçables, dans les formes sphéroïdales qu'elle imprime à leur surface. Elle est écrite dans les rapports que la science découvre entre le volume et la moyenne densité, entre le diamètre et l'aplatissement de toutes les planètes et de leurs satellites.

Des surfaces de révolution sont produites, ainsi, par la perpétuité des grands mouvements de la nature.

Des surfaces développables sont pareillement tracées dans l'étendue des cieux : elles forment la limite qui sépare l'espace éclairé par des rayons solaires, et l'espace privé de ces rayons par l'opacité des planètes et de leurs satellites

Grâce à la connaissance de ces formes géométriques, des phénomènes qui remplissaient de terreur les nations encore dans l'enfance, des phénomènes qui leur semblaient un renversement des lois de la nature, et le signal de catastrophes plus grandes encore, *les éclipses*, ne sont plus que la rencontre prévue, d'une surface développable, limite des ombres portées par un corps céleste, sur la surface sphéroïdale de quelque autre corps céleste. Et la prédiction des éclipses, de leur localité, de leur durée, de leur intensité, regardée long-temps comme une révélation que la seule divinité pouvait faire aux mortels, n'est plus que la solution d'un simple problème de géométrie.

Par ces hautes conceptions, l'univers a cessé d'apparaître aux yeux des hommes, sous l'aspect incohérent des éléments de la matière, dispersés ou réunis, découverts ou cachés, par les caprices du hasard. L'intelligence humaine a connu, par degrés, qu'une géométrie sublime préside aux mouvements, aux formes, aux rapports de grandeur et de position de tous les corps célestes. Notre savoir s'est élevé dans les applications d'une admirable théorie, jusqu'à connaître l'ensemble des parties figurées de l'espace qui furent, qui sont ou qui

seront le lieu, le centre, ou l'axe, ou l'orbite, des mouvements perpétuels que suivent les grandes masses de notre système planétaire et leurs moindres éléments. Ainsi, dans l'espace et dans la durée, depuis l'infiniment petit jusqu'à l'infini, tout est soumis à des lois mathématiques.

En méditant sur ces lois immuables et savantes, par lesquelles une suprême intelligence régit le temps et l'univers, les sages n'ont pu trouver, pour l'appeler d'après ses œuvres, aucun titre plus juste et plus sublime, que celui de l'Éternel Géomètre.

Si nous revenons sur la terre, pour examiner les phénomènes qui s'y montrent de plus près à nos regards, nous retrouvons encore, dans tous les lieux et dans tous les instants, les traces mathématiques des lois générales de la matière et de l'étendue. De semblables découvertes, attrayantes par leur objet, le sont encore plus par leurs conséquences. Elles nous offrent une application de la géométrie, pleine à la fois d'intérêt et d'utilité; ébauchée par les philosophes des temps antiques, cette application n'a pris que dans les siècles modernes, un grand caractère de généralité, de profondeur et d'importance. La physique lui doit d'avoir passé, du rang des sciences conjecturales, au

rang des sciences exactes, c'est-à-dire, des sciences dont la vérité rigoureuse est établie, par des moyens mathématiques, sur les données de l'observation et de l'expérience.

Les arts d'utilité, comme ceux d'agrément, les arts mêmes qui semblent n'emprunter qu'à l'imagination, les œuvres de leur génie, toutes ces créations de l'industrie sociale, doivent à la science dont nous voulons apprécier les services, la convenance et l'harmonie des proportions, la fidélité des formes imitées, et la perfection des formes idéales. Dans le simple méchanisme des beaux-arts, la même science a produit la certitude et la précision des procédés et des résultats.

Ainsi l'architecture emprunte ses tracés à la géométrie, pour composer les plans de ses édifices et leur donner la régularité, pour figurer le galbe de ses voûtes, pour modeler et contourner les colonnes qui supportent ses dômes et ses portiques; enfin pour donner à la coupe de ses pierres, à l'assemblage de ses bois, les formes savantes dont l'économie ingénieuse, fidèle à toutes les convenances du présent et de l'avenir, procure aux matériaux mis en œuvre, et l'élégance qui n'ôte rien à la force, et la légèreté qui n'ôte rien à la durée.

La sculpture ne saurait reproduire avec une entière fidélité, les objets qu'elle a pour but d'imiter, à moins d'emprunter le compas du géomètre, à moins d'acquérir la connaissance des positions qui, seules, conviennent à l'équilibre, ou bien à des mouvements opérés suivant des lignes et sur des plans déterminés. La sculpture des bas-reliefs est plus qu'une simple projection des objets à représenter; elle est moins que le relief même des objets naturels. C'est encore à la géométrie qu'il appartient de régler les dégradations de forme, de grandeur et de position, qui servent à distinguer les objets rejetés sur des plans moins éloignés, ou placés au premier plan de ces tableaux à trois dimensions, dans lesquels le ciseau, par ses prestiges, doit égaler la magie des chefs-d'œuvre de la palette et du pinceau.

La peinture, elle-même, a besoin de connaître les principes géométriques, par lesquels on détermine le décroissement apparent, et la déformation des objets considérés à diverses distances. La lumière qui les éclaire, les reflets qu'elle fait naître, les ombres qu'elle projette, ont des directions et des contours, des dégradations et des nuances dont la géométrie reproduit et mesure la position, la figure et l'intensité

Enfin la musique n'est pas sans rapports avec la science de l'étendue. Les instruments qui servent aux artistes pour exécuter leurs concerts, ont des formes, des proportions, des épaisseurs dont cette science féconde donne les éléments et fixe les dimensions. Les temps égaux qui constituent la mesure, ces temps dont la vitesse règle ce qu'on appelle le mouvement de la musique, et procure à l'exécution le caractère précis qu'elle doit avoir, pour rendre les effets imaginés par le compositeur; ces temps ne peuvent être reproduits avec exactitude, dans tous les lieux, ainsi qu'à toutes les époques, si l'on n'emploie pas l'indication régulière d'un compteur ou d'un pendule dont la géométrie détermine la grandeur et la figure.

Voilà quelques-uns des services que la science de l'étendue peut rendre aux beaux-arts. Parlons maintenant des services qu'elle doit rendre aux arts des travaux publics. Ces derniers ayant pour objet d'exécuter, avec une grande précision, les formes conçues par les ingénieurs, pour des édifices importants et pour des opérations d'utilité générale, ils éprouvent, plus que les autres branches de l'industrie humaine, le besoin des secours de la géométrie. Aussi les créateurs de la célèbre école des travaux

publics * ont-ils fait, de cette science fondamentale, la base d'un enseignement admirable par son ensemble primitif.

Les élèves qu'a produits cette école, rivalisant bientôt avec leurs illustres maîtres, ont tenté, dans les diverses carrières où les a jetés leur destinée, d'appliquer la même science à la conception, à l'exécution des travaux confiés à leurs soins. Les arts les plus essentiels à la force, au bien-être, à l'ornement de la société, sont devenus tour à tour l'objet de leurs perfectionnements et de leurs découvertes.

Maintenant, Messieurs, c'est à vous d'essayer, par vos études et vos inventions, de rendre à la France, pour avancer les arts consacrés à l'industrie particulière, des services assez grands, assez nombreux pour être comparés à ceux que les élèves de l'École Polytechnique ont rendus pour avancer les arts consacrés aux travaux publics.

* L'École Polytechnique.

PROGRAMMES DU COURS

DE GÉOMÉTRIE ET DE MÉCHANIQUE

APPLIQUÉES AUX ARTS,

A L'USAGE DES CHEFS, DES SOUS-CHEFS D'ATELIERS ET DE MANUFACTURES, ET DES ARTISTES,

OUVERT AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS,

PAR CHARLES DUPIN,
Membre de l'Académie des Sciences.

CE cours, qui commence jeudi 11 novembre 1824, sera continué tous les mercredis *à huit heures et demie du soir*. Son objet est d'enseigner aux hommes les plus intelligents parmi ceux qui exécutent ou qui dirigent des travaux d'art :

1°. Les procédés que la science fournit pour donner aux produits des arts, les formes et les mouvements qu'on a besoin de leur faire prendre;

2°. Les moyens d'employer le plus avantageusement les forces de l'homme, et celles de la nature, avec des outils, des instruments et des machines.

Cette division présente ainsi deux parties;

la première servira beaucoup à l'intelligence et à l'explication de la seconde.

Le cours qu'on fera cette première année ne doit être considéré que comme un essai. Il ne faut pas vouloir y trouver une méthode parfaite, et un ensemble qui ne laisse rien à désirer. On tâchera seulement de ne dire que des choses utiles; on les répétera toutes les fois qu'il le faudra, quand elles auront de l'importance, afin qu'elles restent mieux dans l'intelligence et dans la mémoire des auditeurs.

Le professeur invite les amis de la science et des arts à lui adresser par écrit les observations qu'ils jugeront les plus propres à l'amélioration d'un Cours consacré tout entier à l'utilité publique. Il s'efforcera de suivre les avis qu'on voudra bien lui donner.

Pour chaque leçon paraîtra d'avance un programme imprimé, que le concierge du Conservatoire délivrera à tous les auditeurs qui désireront se le procurer.

On consignera dans ce programme les principes essentiels à retenir par les personnes qui veulent suivre le cours.

PREMIÈRE LEÇON.

(Jeudi 11 novembre 1824.)

Introduction, etc. *Voyez* le douzième discours, page 161.

DEUXIÈME LEÇON.

(Mercredi 17 novembre 1824.)

Méchanique de l'espace.

Un corps est en repos quand il ne change pas de place dans l'espace; il se meut quand il y change de place.

Un corps qui serait seul dans l'espace, s'y mouvrait nécessairement sans obstacle, dans quelque sens qu'on le tirât ou le poussât.

Deux corps ne peuvent pas occuper le même espace au même instant.

Quand plusieurs corps doivent rester en repos, ou se mouvoir dans un certain espace, chacun d'eux occupe donc une position que les autres ne peuvent pas occuper au même instant.

Ces positions relatives dépendent de la grandeur et de la figure, soit de l'espace même qu'on s'est donné, soit du corps qu'on y place.

La géométrie fait connaître des règles au sujet de l'espace et de la figure des corps. Il faut

commencer par connaître ces règles auxquelles sont soumis tous les mouvements de la mécanique.

La ligne droite est celle qu'on parcourt en suivant toujours la même direction; elle est aussi le plus court chemin pour aller d'un point à un autre.

Lorsqu'un corps, qui ne tourne pas, se meut en suivant toujours la même direction, chacun de ses points décrit une ligne droite; tous ces points parcourent la même étendue, et toutes les lignes droites qu'ils parcourent sont *parallèles*.

Ces lignes droites ont une propriété remarquable; en les prenant deux à deux, la première est partout à la même distance de la seconde.

Ce principe de géométrie, qui est bien simple, est la base d'une foule de combinaisons de formes et de figures utiles à la méchanique et aux arts.

Il explique le jeu des tiroirs et des coulisses, des étuis, des rabots, des pistons qui vont et viennent dans des cylindres, etc.

Quand un corps se meut sans tourner, et en ligne droite, si l'on trace dans ce corps ou sur ce corps une ligne droite, elle est transportée parallèlement.

Mais les lignes que suivent les deux extrémités de cette droite sont aussi parallèles l'une à l'autre.

Cela nous montre que des parallèles comprises entre des parallèles sont égales.

C'est la propriété de la figure appelée parallélogramme, parce que ses côtés sont parallèles deux à deux.

Application à la charpente des maisons et des vaisseaux. Exécution d'un tenon d'après une mortaise, et d'une mortaise d'après un tenon.

Application du parallélogramme à la représentation de l'effet des forces en méchanique.

Dans les parallèles coupées par une droite, les angles correspondants sont égaux.

Applications; usage de la fausse équerre, dessin avec la règle et l'équerre.

De la distance la plus courte d'un point à une ligne droite : c'est la *perpendiculaire* menée de ce point à cette droite.

Comment, avec la connaissance des parallèles et des perpendiculaires, on peut représenter tous les corps en repos ou en mouvement, et tous les objets que l'industrie emploie ou produit. On appelle *projections* ces représentations géométriques.

C'est la méthode employée pour dessiner les

machines, pour dessiner l'architecture, la charpente, la coupe des pierres, etc. Tout ouvrier qui veut travailler avec précision doit savoir se servir de cette méthode.

Application. Il faut que les élèves de ce cours s'exercent dans leurs ateliers à dessiner leurs outils, leurs machines, et les produits de leur industrie; pour apprendre à les exécuter ou les faire exécuter avec l'exactitude la plus convenable pour leurs travaux.

TROISIÈME LEÇON.

(Mercredi 24 novembre 1824.)

Du cercle et des mouvements circulaires.

Le plan est la surface sur laquelle on peut appliquer dans tous les sens une ligne droite, qui le touche dans toute son étendue. On emploie cette propriété pour exécuter un plan ou pour vérifier si une surface est plane.

Un cercle est une surface plane dont le bord, appelé *circonférence*, a tous les points également éloignés d'un point unique appelé *centre*.

Si, dans une surface plane indéfinie, on découpe un cercle, on aura pour la partie découpée une circonférence en relief, et sur le reste du plan une circonférence en creux.

La propriété caractéristique du cercle découpé, est qu'il pourra tourner sur lui-même, autour de son centre, sans que les points de la circonférence en creux cessent de toucher partout la circonférence en relief.

On appelle *rotation* ce mouvement autour d'un centre.

Le cercle est la seule figure qui jouisse de la propriété que nous venons d'indiquer. *Application* de cette propriété aux robinets, aux boîtes à vapeur, etc.

Lorsqu'un corps tourne autour d'une ligne droite, chacun de ses autres points décrit un cercle; si l'on prend ces cercles deux à deux, il y a partout la même distance de l'un à l'autre. *Application* de ces propriétés à l'art du tourneur.

On peut employer le tour non-seulement pour exécuter des cercles, mais pous exécuter des plans. *Application* aux grandes fabriques de machines.

Les *rayons* du cercle sont des lignes droites menées du centre à la circonférence. Les *diamètres* se composent de deux rayons directement opposés. Chaque diamètre divise le cercle en deux parties égales. Les *cordes* sont des lignes droites terminées des deux bouts à la circonférence du cercle.

Pourquoi l'on peut employer la circonférence du cercle pour mesurer l'angle que les rayons font entre eux. On divise la circonférence en 360 parties égales qu'on appelle *degrés;* le degré en 60 parties égales qu'on appelle *minutes;* la minute en 60 parties égales qu'on appelle *secondes.*

Avec un nombre de degrés, de minutes, de secondes, etc., l'on indique l'ouverture plus ou moins grande de tout angle compris entre deux lignes droites.

La division de la circonférence du cercle, en parties égales, est une opération nécessaire dans un grand nombre d'arts et surtout dans la fabrication des machines.

Application. Comment on marque sur une pièce de bois ou de métal, la division nécessaire à l'exécution d'une roue dentée, d'un cylindre cannelé pour le filage du coton, etc.

Des instruments qu'on emploie pour mesurer les angles : le rapporteur, le graphomètre, le sextant, l'octant, le cercle répétiteur, etc. La division du cercle pour les instruments d'horlogerie, d'arpentage, de géodésie, d'astronomie et de navigation, est une des opérations pratiques les plus délicates : il n'y a qu'un très-petit nombre d'artistes qui obtiennent, en ce genre, un grand degré de précision.

De la ligne droite qui touche un cercle. Lorsqu'un cercle roule ou glisse sur une ligne droite, son centre décrit une ligne droite parallèle à la première. *Application* au roulage des voitures. Si les roues n'étaient pas circulaires, les voyageurs et les effets seraient sans cesse élevés et précipités, par des mouvements verticaux très-incommodes.

Le cercle, les roulettes, les molettes, fournissent un moyen facile de produire un mouvement rectiligne parallèle à une direction donnée. Il existe bien d'autres moyens de produire ainsi des mouvements en ligne droite par des mouvements circulaires et réciproquement; c'est l'objet d'une classe très-nombreuse de machines que nous passerons en revue (*).

Deux cercles, placés de manière à se toucher seulement en un point, peuvent tourner à la fois ou séparément, sans cesser de se toucher et sans empiéter l'un sur l'autre, si leurs centres ne changent pas de place. *Appli-*

* L'ouvrage de MM. Lanz et Betancourt a pour objet de décrire, avec méthode, tous les moyens de changer ainsi les mouvements rectilignes en circulaires et réciproquement, par le secours des machines. Le même but est rempli dans le premier volume du traité de mécanique appliquée aux arts, par M. Borgnis. Ces ouvrages sont à la bibliothèque du Conservatoire.

cations aux roues dentées, aux pignons, etc.

Quand deux cercles ne se touchent pas, si on les enveloppe d'une courroie tendue qui passe de l'un à l'autre, on pourra faire tourner les deux cercles ensemble ou séparément, sans que la courroie cesse d'être tendue. *Application* au jeu des machines, pour transmettre des mouvements.

Comment, si la courroie est susceptible de varier en longueur, on emploie un troisième cercle pour qu'elle ne cesse pas d'être tendue, et de servir à faire tourner les premiers cercles l'un par l'autre.

Des formes diverses qu'on peut donner aux produits d'industrie, avec la ligne droite seulement.

Du *triangle* : c'est la figure de trois côtés.

Les triangles *rectangles* ont un angle droit. On appelle *hypothénuse* le troisième côté, qui est plus grand que chacun des deux autres.

Il n'y a pas de triangle dont on ne puisse placer les trois sommets sur la circonférence d'un même cercle. Comment on s'y prend pour exécuter cette opération.

Les arts font un usage perpétuel du triangle : *Exemples.*

Il y a des figures formées par *quatre* lignes droites ; elles ont quatre angles et quatre som-

mets. On appelle diagonales les lignes qui joignent des sommets opposés.

Le *quarré* a ses quatre côtés et ses quatre angles égaux entr'eux, et ses deux diagonales égales entr'elles.

Le *rectangle* a ses quatre angles égaux entr'eux, et droits par conséquent; ses côtés opposés sont égaux entr'eux, et ses diagonales sont égales entr'elles.

Les formes d'un rectangle pouvant avoir une infinité de variétés, offrent aux arts beaucoup plus *d'applications* que le quarré, soit dans la construction des machines, soit dans la configuration des produits d'industrie.

Le *parallélogramme* a été défini (première leçon), en disant que ses côtés opposés sont parallèles, et égaux. Ses angles opposés sont égaux aussi.

Le *losange* a ses quatre côtés égaux entre eux.

La dernière classe de figures à *quatre* côtés, qui conserve quelque chose de régulier, est le *trapèze*, dont deux côtés seulement sont parallèles. Ses angles sont en général inégaux et ses diagonales inégales aussi.

Pour les figures qui ont plus de quatre côtés, on se contente de les diviser en régulières et irrégulières. Les *régulières* ont leurs côtés

égaux entre eux, et leurs angles égaux entre eux; elles peuvent toutes être tracées dans un cercle. On les appelle *polygones réguliers*.

La figure de six côtés, l'*exagone*, jouit d'une propriété bien simple et bien utile dans les arts : Quand on a tracé le cercle dont la circonférence passe par les sommets des six angles de l'exagone régulier, on trouve que le rayon de ce cercle égale, en longueur, chacun des six côtés de la figure.

Applications des propriétés des figures terminées par des lignes droites, au carrelage, au vitrage, à la marqueterie, etc.

QUATRIÈME LEÇON.

(Mercredi 1er. décembre 1824)

Sur la proportion des figures.

Deux figures sont *égales* quand elles sont parfaitement pareilles et de même grandeur : de sorte que l'une posée sur l'autre coïncide exactement et partout avec celle-ci.

Application. Lorsqu'on donne un modèle de grandeur naturelle, il faut en exécuter une copie qui lui soit *égale*. La difficulté dépend de la complication des formes du modèle, et du degré de précision qu'on exige dans la copie

Les figures semblables sont celles qui ne diffèrent que par la grandeur, et dont toutes les parties analogues ou, comme on dit, *homologues*, sont dans un même rapport.

Les propriétés des figures semblables dépendent des propriétés des lignes *parallèles*, exposées dans la 2^e^. leçon.

Si l'on divise une première ligne droite en parties égales, et qu'on mène par les points de division d'autres lignes droites parallèles entre elles, ces parallèles seront à la même distance les unes des autres.

Cela posé, toute nouvelle ligne droite qui coupera les parallèles sera comme la première, divisée en parties qui seront égales entre elles, mais qui pourront n'être pas égales aux parties correspondantes de la première droite.

Si les parties de la première droite ne sont pas égales entre elles, les parties correspondantes de la deuxième droite, c'est-à-dire, les parties comprises entre les mêmes parallèles, seront de même inégales entre elles ; mais elles seront toujours *dans le même rapport* avec les premières parties : elles leur seront *proportionnelles*.

Le rapport d'une ligne à une autre, est le nombre de fois qu'elle est contenue dans la première si elle est plus petite, ou qu'elle la

contient si elle est plus grande. Les rapports des lignes peuvent donc être exprimés par des nombres.

Le rapport d'une ligne de huit mètres à une ligne de 4 mètres est de 2, parce que 4 est contenu 2 fois dans 8. On exprime ce rapport par la proportion suivante :

8 est à 4 comme 2 est à 1

ce qui s'écrit ainsi, 8 : 4 :: 2 : 1

je dirai de même, 12 : 6 :: 2 : 1

et, 12 : 6 :: 8 : 4

Ce rapprochement de deux rapports qui sont égaux est ce qu'on appelle une *proportion*.

Toute proportion a, comme on voit, deux rapports qui sont égaux, et quatre nombres qu'on appelle les *termes* de la proportion ; le premier et le dernier s'appellent les *extrêmes* ; le second et le troisième s'appellent les *moyens*.

Si vous divisez le premier terme par le second, vous avez pour quotient la valeur du 1^er^. rapport. Si vous divisez le 3^e^. terme par le 4^e^., vous avez pour quotient la valeur du 2^e^. rapport. Ces deux quotients sont égaux.

Si vous multipliez d'un côté le 1^er^. terme par le 4^e^., et de l'autre le 2^e^. par le 3^e^., vous aurez deux produits, et ces deux produits seront nécessairement égaux l'un à l'autre. Cela s'exprime en disant que, dans toute proportion,

le produit des deux extrêmes est égal au produit des deux moyens.

Les principes que nous venons d'indiquer sur les rapports et les proportions des nombres, *s'appliquent* immédiatement aux rapports et aux proportions des lignes.

Quand deux lignes droites sont coupées par une suite de parallèles, le rapport de chaque partie de la première à la partie de la deuxième droite comprise entre les mêmes parallèles, est le même. De sorte que, si on numérote par 1, 2, 3, etc., les parties consécutives de la première des deux droites, et par I, II, III, les parties de la deuxième droite comprises entre les mêmes parallèles, on aura cette suite de proportions 1 : I :: 2 : II :: 3 : III, etc.

Application de cette propriété, pour diviser exactement une ligne droite en autant de parties égales qu'on voudra.

Il suit, de cette propriété : 1°. que des triangles dont les côtés sont parallèles deux à deux, sont semblables et ont les côtés proportionnels; 2°. que des polygones et des figures aussi compliquées qu'on le voudra, si leurs lignes correspondantes ou homologues sont parallèles, sont nécessairement des figures semblables, et dont les lignes correspondantes sont parallèles.

Application. Cette propriété donne le moyen d'exécuter des produits d'industrie semblables à des modèles donnés. L'instrument appelé *pantographe* sert à dessiner des figures qui soient ainsi semblables à un modèle donné. Les figures dont toutes les lignes correspondantes ont le même rapport, sont des figures semblables, et peuvent toujours être placées de manière à ce que toutes leurs lignes correspondantes soient parallèles deux à deux.

Application aux compas de proportion, pour construire des figures semblables.

Dans le dessin géométrique, on exécute une représentation semblable à l'objet, au moyen d'une *échelle* qui fait connaître le rapport des lignes proportionnelles à dessiner.

Importance de l'exacte division des échelles.

Deux triangles dont les côtés sont respectivement perpendiculaires, sont semblables.

Si l'on prend un triangle rectangle, et que du sommet de son angle droit on mène une perpendiculaire P sur son grand côté ou hypoténuse, on divisera ce triangle en deux autres plus petits : or les deux petits triangles seront semblables au grand, et semblables entre eux. Ce principe fait connaître de belles propriétés du triangle rectangle.

La perpendiculaire P, que nous venons de mener dans le triangle rectangle, est *moyenne proportionnelle* * entre les deux parties du grand côté, à droite et à gauche de la perpendiculaire P.

Le petit côté de gauche du triangle rectangle est moyenne proportionnelle entre le grand côté et la partie de ce côté à gauche de la perpendiculaire P; de même le petit côté de droite du triangle rectangle, est *moyenne proportionnelle* entre le grand côté et la partie de ce grand côté à droite de la perpendiculaire P.

De là résulte cette autre propriété, qui est d'un usage perpétuel dans les calculs de la géométrie et de la méchanique : *le quarré du grand côté ou de l'hypoténuse, égale la somme des quarrés des deux autres côtés.*

Application au triangle rectangle dont les trois côtés ont pour longueurs respectives 3, 4 et 5.

Ces propriétés du triangle rectangle font connaître plusieurs propriétés du cercle.

Qu'on mène un diamètre dans un cercle, et

* Dans une proportion, telle que..... 4 : 8 :: 8 : 16, le nombre 8 est ce qu'on appelle la *moyenne proportionnelle* entre les deux extrêmes 4 et 16.

qu'on élève une perpendiculaire, depuis ce diamètre jusqu'à la circonférence, la perpendiculaire sera moyenne proportionnelle entre les parties de droite et de gauche du cercle. Et si l'on mène deux cordes, depuis l'extrémité de la perpendiculaire, jusqu'aux extrémités du diamètre :

1°. La corde *de droite* sera moyenne proportionnelle entre le diamètre du cercle et la partie du diamètre située *à droite* de la perpendiculaire. 2°. La corde *de gauche* sera moyenne proportionnelle entre le diamètre du cercle et la partie du diamètre située *à gauche* de la perpendiculaire.

Enfin le quarré du diamètre égalera la somme des quarrés des deux cordes.

Si le temps le permet, on commencera l'explication des surfaces.

CINQUIÈME LEÇON.

(Mercredi 8 décembre 1824.)

Des surfaces.

La plus simple des surfaces est le *plan*; on l'a défini, dans la leçon précédente, par la condition qu'une ligne droite, posée en tout

sus sur lui, le touchera dans toute son étendue.

Application. Moyen d'exécuter un plan dans les arts, par une droite qui se meut appuyée sur deux autres.

En comparant un plan avec une ligne droite, on voit : 1°. qu'ils peuvent être parallèles; alors ils sont partout la même distance, et on peut les prolonger tant qu'on voudra, sans qu'ils se rencontrent; 2°. qu'ils peuvent être perpendiculaires. En faisant tourner une équerre sur un des côtés de l'angle droit, l'autre côté décrit un plan.

Application. Moyen de décrire un plan avec un tour. Emploi de ce moyen dans les grandes fabriques de machines; ses avantages. *Autre application.* Machine à faire les plans : *planning machine*, inventée par Bramah.

La perpendiculaire est la plus courte distance d'un point à un plan.

Deux plans peuvent être parallèles. Alors ils sont partout à la même distance; de plus toute ligne droite perpendiculaire à l'un des plans, est perpendiculaire à l'autre, et mesure cette distance.

Application. Tables dont le dessus est parallèle au plan d'un parquet, parce que leurs pieds verticaux sont de même hauteur.

Les lignes droites parallèles entre elles, et comprises entre deux plans parallèles aussi, sont des lignes égales.

Application. Mouvoir un plan parallèlement à un autre.

Si, d'un point donné, l'on abaisse une perpendiculaire sur un plan, et qu'en prenant pour centre le pied de cette perpendiculaire, c'est-à-dire, le point où elle touche le plan, on décrive des cercles, tous les points de chaque cercle seront à la même distance de chaque point de la ligne droite, et cette distance sera d'autant plus grande que les cercles seront plus grands.

Quand une même droite est perpendiculaire à deux plans, ces deux plans sont parallèles entre eux.

Comment on mesure l'angle formé par deux plans.

De la mesure des surfaces planes.

C'est le quarré qu'on emploie pour mesurer les surfaces planes.

Comment un quarré sert à mesurer d'autres quarrés plus grands ou plus petits, ainsi que des triangles.

Un quarré qui a même base et même hauteur qu'un triangle, est double en surface.

Des figures qu'on peut former avec des plans.

De la plus simple figure qu'on puisse former avec des plans; de la *tringle* ou du *prisme*.

Le prisme est une tringle, plus ou moins longue, dont toutes les faces sont planes et terminées par des lignes droites parallèles. Ces lignes droites s'appellent arêtes.

Si on coupe le prisme perpendiculairement à ses arêtes, la section est ce qu'on appelle la *base* du prisme, quand on le pose de bout sur cette section; alors la base est horizontale et toutes les arêtes sont verticales.

Applications aux poteaux, aux piliers et aux pilastres de charpente et de maçonnerie.

Quand on donne la figure de la base, la forme du prisme est complètement déterminée; on n'a plus à connaître que la longueur de ce prisme.

Le prisme triangulaire est celui qui a trois faces et trois arêtes longitudinales. La base de ce prisme est un triangle. Autant il y a de variétés dans la forme du triangle, autant il y en a dans la forme des prismes triangulaires.

Application du prisme triangulaire à la décomposition de la lumière. *Autre application*: prisme servant de guide aux chariots de plusieurs machines importantes.

Du prisme *quadrangulaire*: il a quatre faces et quatre arêtes. Parmi les prismes qua-

drangulaires, il y en a quelques-uns qui ont une certaine régularité, laquelle les rend précieux pour les arts.

Du prisme dont la base est un parallélogramme; on l'appelle *parallélipipède*. Quand la base est un rectangle, le prisme s'appelle *parallélipipède rectangle*, parce que ses faces et ses arêtes sont à angle droit.

Parmi ces parallélipipèdes rectangles, il faut distinguer le *parallélipipède quarré*, dont la base est un quarré. Si l'on prend un parallélipipède quarré, et qu'on le coupe de manière que sa hauteur soit égale au côté du quarré qui lui sert de base, on forme un *cube*.

Les six faces du cube sont des quarrés; ses douze arêtes sont égales entre elles.

Application. Comment on peut exécuter un cube et des prismes rectangles avec les *scies circulaires*.

Application des prismes rectangles à la bâtisse : pierre de taille, carreaux, *opus reticulatum*, constructions cyclopéennes. Comment on peut tracer, appareiller ces équerres; de la coupe des pierres, des bois, etc.

Des produits d'industrie dont les faces sont des triangles. Les variétés de ces figures sont infinies. Nous nous contenterons d'en examiner un très-petit nombre.

La plus simple figure qu'on puisse former est la pyramide triangulaire; elle a quatre faces en triangle, et six arêtes.

Application des triangles et de la pyramide triangulaire pour mettre au point les statues modelées par les sculpteurs.

Autre application pour les levés topographiques.

Quand une pyramide est posée horizontalement sur une de ses faces, cette face s'appelle la base. On appelle hauteur la distance de cette base au sommet opposé.

Comment on peut exécuter une pyramide triangulaire semblable à une pyramide donnée.

Des pyramides régulières. Ces pyramides ont pour base un polygone régulier; quand cette base est horizontale leur sommet est à l'aplomb du centre de la base.

Application. Les obélisques construits pour des monuments d'architecture sont des pyramides à quatre faces.

Comment on mesure le volume des figures : c'est le cube que l'on choisit pour mesurer les autres figures.

En prenant pour unité le cube dont les côtés ont la longueur prise elle-même pour unité, comment on exprime par des nombres d'autres cubes plus ou moins grands.

Table des quarrés et des cubes.

Longueur du côté.	Surface du quarré.	Volume du cube.
1	1	1
2	4	8
3	9	27
4	16	64
5	25	125
6	36	216
7	49	343
8	64	512
9	81	729
10	100	1,000

Comment on emploie le cube à mesurer les parallélipipèdes et les prismes en général.

Comment on emploie le cube à mesurer le volume des pyramides.

Quand un prisme a même base et même hauteur qu'une pyramide, il est *triple* en volume.

SIXIÈME LEÇON.

(Mercredi 15 décembre 1824.)

Surface du cercle, du cylindre, etc.

La surface du polygone régulier est égale au contour du polygone, multiplié par la demi-

distance du centre de ce polygone, au contour même de la figure.

La surface du cercle égale la longueur de la circonférence, multipliée par la moitié du rayon.

Quand la longueur du rayon est représentée par sept, celle de la demi-circonférence est à très-peu près représentée par 22. Quand on a besoin de plus d'exactitude, on peut représenter :

Le rayon par	100	1,000	10,000	100,000, etc.
La circonférence par	628	6,285	62,831	628,313, etc.
Et la surface par	314	3,141	31,415	314,159, etc.

Il n'est pas possible de trouver un nombre de chiffres suffisant pour exprimer une circonférence, quand un nombre ordinaire exprime le rayon.

Par cette raison, *il n'est pas possible* de trouver un nombre de chiffres suffisant pour exprimer en mesures quarrées, la surface du cercle dont le rayon est exprimé par un nombre ordinaire. Voilà ce qu'on veut dire par ces mots : *la quadrature du cercle est impossible à trouver*. Il faut donc que les élèves se gardent de jamais *perdre leur temps* à chercher un nombre qui donne le côté d'un quarré ayant même surface que le cercle dont le rayon, par exemple, est pris pour unité.

Applications. La mesure de la surface du cercle et de ses parties se présente dans une foule d'arts, pour régler la quantité de matériaux à employer : par exemple, la peinture nécessaire pour enduire une surface circulaire; la mesure du plomb nécessaire pour couvrir une table ronde, une cuve ronde, etc.

Comment on mesure la surface d'un *secteur* de cercle et d'un *segment* de cercle. Le *secteur* est l'espace compris entre un arc et deux rayons aboutissants aux extrémités de cet arc. Sa surface égale la longueur de l'arc, multipliée par la moitié du rayon.

Le *segment* est l'espace compris entre un arc et sa corde. C'est la portion d'un secteur auquel il manque le triangle formé par le cercle et par les deux rayons menés aux extrémités de l'arc. La surface de ce triangle égale le produit de sa base par la moitié de sa hauteur.

Parmi toutes les figures dont le contour est d'une longueur donnée, la plus grande en surface est le cercle. Et parmi toutes les figures qui ont même nombre de côtés rectilignes, à contour égal, c'est le polygone régulier qui contient la plus grande surface. Ces propriétés sont importantes à connaître, dans l'économie de plusieurs arts.

Ainsi la quantité de plomb dans le vitrage d'un espace limité, est *la moindre possible*, si les vitraux, ayant un nombre donné de côtés, sont des figures régulières.

Ainsi, quand on doit faire des tuyaux de conduite pour les eaux, le gaz, etc., et que ces tuyaux doivent livrer passage à un volume de fluide déterminé, si on les fait circulaires, la quantité de bois ou de métal employée pour ces tuyaux est *la moindre possible*.

Des surfaces qu'on forme avec le cercle.

La combinaison du cercle et de la ligne droite produit des surfaces qui sont d'un usage perpétuel dans les arts.

D'après la définition que nous avons donnée des parallèles (1re. leçon), lorsqu'un cercle se meut sans tourner, et qu'un seul de ses points parcourt une ligne droite : 1°. chacun de ses autres points, ainsi que son centre, parcourt de même une ligne droite ; 2°. toutes ces droites sont parallèles entre elles ; 3°. en mesurant ces droites entre deux positions du cercle, elles sont toutes égales.

Le *cylindre* est la surface qui se compose de tous ces cercles dans un sens, de toutes ces droites dans l'autre. Les lignes droites placées parallèlement sur le cylindre, sont ce qu'on

appelle ses *arêtes;* la ligne droite, parcourue par le centre, est l'*axe* du cylindre.

Si l'on substituait au cercle une autre courbe quelconque, et qu'on la fît mouvoir, sans tourner, le long d'une ligne droite, tous ses points parcourraient de même des droites parallèles égales, dont l'ensemble formerait une surface qui serait encore un cylindre.

Le cylindre qu'on emploie le plus fréquemment dans les arts, est engendré par un cercle dont le plan est perpendiculaire aux lignes droites appelées arêtes, et par conséquent aussi perpendiculaire à l'axe.

En coupant ce cylindre par un plan perpendiculaire aux arêtes, la section est le cercle même. C'est la *base* du cylindre supposé dressé verticalement. Quand un cylindre est terminé par deux sections perpendiculaires à l'axe, voici comment on mesure ses diverses parties. 1°. La surface de la partie ronde égale la circonférence de la base multipliée par la hauteur du cylindre. 2°. Le volume du cylindre égale la surface de la base multipliée par la hauteur.

Représentons par 1,000 le rayon du cylindre: 5,145 sera la surface de la base; et le volume du cylindre sera autant de fois 3,145 qu'il y a d'unités de mesure dans la hauteur de ce cylindre.

Ce qu'on appelle des cylindres, dans les arts, sont des tuyaux d'une certaine épaisseur, qui présentent au dedans une surface cylindrique *en creux*, et au dehors une surface cylindrique *en relief*.

Pour avoir le volume de matière d'un tuyau dont on connaît la grosseur, l'épaisseur et la longueur, il faut calculer le volume du cylindre extérieur, puis en retrancher le volume du cylindre intérieur, suivant la méthode que nous venons d'indiquer.

Le cylindre pouvant être engendré géométriquement par un cercle et par une droite, il en résulte pour les arts deux moyens d'exécuter le cylindre: Le 1^er^. en traçant des cercles égaux, ayant tous même axe; le 2^e^. en traçant des droites autour d'un même cercle d'équerre avec elles.

Applications. 1^er^. moyen. Outil d'un tourneur, qu'on fait avancer successivement le long d'un guide. D'autres fois le corps même tourne, et l'outil reste fixe. Exemple, forage des canons. Des cylindres forés avec des tarières.

2^e^. moyen. Travail des mâts de vaisseaux; cylindres faits au rabot. Différence de continuité des deux systèmes. Fabrication des cylindres par étirages des *filières*; comment on

fait les barres et les cylindres de fer. Etirage des tuyaux; fabrication des fils de fer, de laiton, etc.

Des tuyaux cylindriques fabriqués par flexion. Développement d'un cylindre.

Idée des *surfaces développables;* de leurs caractères.

De l'*onglet cylindrique;* mesure de sa surface et de son volume. De la courbe présentée par l'onglet cylindrique, c'est une *ellipse.* Cette courbe est d'une grande utilité dans la science et dans les arts.

Cette ligne est celle que parcourent la terre autour du soleil, et la lune autour de la terre; en faisant abstraction de toute cause autre que l'action mutuelle des deux corps célestes que l'on considère.

Tracé de l'ellipse avec le cordeau. Des foyers de l'ellipse. Ellipse du jardinier.

Applications à l'optique et à l'acoustique. Un rayon de lumière émané d'un foyer, et réfléchi par le contour de l'ellipse, va tomber à l'autre foyer. Quand on parle tout bas à l'un des foyers, on se fait entendre distinctement par écho à l'autre foyer; même quand on est trop loin pour entendre la voix directe. Tracé de l'ellipse avec deux axes fixes et une droite mobile.

SEPTIÈME LEÇON.

(Mercredi 22 décembre 1824.)

Cône et sphère; surfaces développables, etc. Résumé général des applications de la géométrie.

Le *cône* est une surface qu'on peut former avec une ligne droite qui passe toujours par un même point. Ce point est le *sommet* du cône. Les lignes droites placées sur la surface du cône sont appelées ses *arêtes*.

Ce cône peut être aussi formé par une courbe qui se meut en ligne droite, sans tourner, et dont toutes les parties grandissent à mesure qu'on s'éloigne d'un point fixe. Ce point est le *sommet* du cône.

Exemple de la première manière de produire un cône : outils du sabotier.

Exemple de la seconde manière : cône fait au tour.

Dans les arts on donne aussi le nom de cône ou de cornet, à des figures formées avec des feuilles flexibles qu'on roule, qu'on plie autour d'un point fixe : ce point est le sommet du cône et du cornet.

Ce moyen de production est possible, parce

que le cône est au nombre des *surfaces développables*. C'est une des surfaces que le ferblantier peut exécuter, sans bosseler ni déchirer ses feuilles de fer-blanc, au moyen d'une simple flexion.

Idée des surfaces développables plus compliquées que le cône et le cylindre. On peut les regarder comme une suite de cônes ou de cylindres étroits qui se raccordent ou s'ajustent par des joints en ligne droite.

La suite des sommets de ces cônes étroits présente une ligne remarquable qu'on appelle l'*arête de rebroussement* de la surface développable.

Applications. Dans la construction des chaudières, des grands tuyaux et de beaucoup d'autres parties des machines, on a souvent besoin de construire des surfaces développables plus compliquées que le cône. La géométrie descriptive fournit le moyen de les exécuter avec précision.

Le cône le plus simple et le plus fréquemment employé dans les arts, est le cône droit à base circulaire. Dans ce cône, lorsque la base est horizontale, l'axe est vertical et le sommet est à l'aplomb du centre de la base.

La surface du cône droit est égale à la circonférence de la base multipliée par la moitié

de la distance du sommet du cône à cette cir conférence.

Le volume du cône est égal à la surface de la base, multipliée par le tiers de la hauteur.

Applications du cône. Robinets coniques. Bouchons. Roues d'angles dentées, ou non dentées. Principes de leur construction.

Comment on mesure la surface et le volume d'un tronc de cône.

Des figures que l'on produit dans les arts lorsque l'on coupe un cône droit et circulaire par un plan.

1°. Quand ce plan est perpendiculaire à l'axe, on produit le *cercle;*

2°. Quand le plan coupant est oblique à l'axe, mais coupe toutes les arêtes du cône, on produit l'ellipse dont nous avons fait connaître les propriétés dans la leçon précédente;

3°. Quand le plan coupant rencontre toutes les arêtes, excepté une qui lui est parallèle, on produit la *parabole;* c'est l'une des courbes les plus précieuses dans les arts.

Du foyer de la parabole. Moyen méchanique de tracer la parabole.

Applications. Aux instruments d'optique, d'acoustique. Réverbères. Phares, etc.

4°. Quand le plan coupant fait avec l'axe du cône un plus petit angle que celui qui produit

la parabole, la section qu'il produit est ce qu'on appelle une hyperbole. L'hyperbole a deux foyers et peut se décrire comme l'ellipse, avec deux cordeaux; mais la différence de ces cordeaux est constante, au lieu que pour tracer l'ellipse c'est la somme des deux cordeaux qui doit rester toujours la même.

Application générale des propriétés du cône à l'éclairage des corps par un point lumineux.

De la ligne qui, sur un corps opaque, éclairé par un point lumineux, sépare la partie éclairée de la partie obscure.

Des pénombres. Explication des phénomènes que présentent les éclipses des corps célestes.

Comment le cône et les pyramides servent à faire comprendre et à représenter tous les éléments d'une perspective. De même que le cylindre et les prismes servent à représenter géométriquement toutes les parties d'une projection.

Comment, avec la perspective, on parvient à peindre sur des voûtes, des coupoles, etc.

De la sphère. On peut la produire, 1°. par un cercle qui tourne sur son diamètre;

2°. En faisant une suite de cylindres dont l'axe passe par un centre donné;

3°. En faisant une suite de cônes qui tous aient le même axe et touchent en un point un

cercle ayant cet axe pour diamètre. Exemple tiré de l'art du tourneur.

Division de la surface de la sphère en méridiens et en parallèles; son utilité pour la géographie et pour l'astronomie.

Les deux pôles de la sphère sont les extrémités d'un même diamètre qu'on appelle *axe*. Les méridiens sont des grands cercles de la sphère, ayant tous l'*axe* de la sphère pour diamètre. Les parallèles ont leurs plans perpendiculaires à l'axe.

Application à la coupe des pierres pour la construction d'une voûte.

La surface de la sphère est quatre fois celle d'un de ses grands cercles.

La surface d'une zône de sphère comprise entre deux cercles parallèles, est égale au grand cercle de la sphère, multiplié par la distance des plans qui contiennent les deux cercles parallèles.

Le volume de la sphère égale sa surface, multipliée par le tiers de son rayon.

Le volume de la sphère égale quatre fois la surface de son grand cercle, multipliée par le tiers de son rayon.

Si l'on fait un cylindre et un cône qui emboîtent juste une sphère par leur base et leur contour, le volume de la sphère étant

égal à 4, celui du cylindre est égal à 6, et celui du cône est égal à 9. C'est la belle propriété qui fut découverte par Archimède et gravée sur son tombeau.

Des surfaces qu'on peut former avec la sphère.

1°. Surfaces de révolution. Leur usage dans les arts.

2°. Surfaces annulaires. Leur usage en architecture.

Le professeur terminera la partie de son cours, qui se rapporte aux applications de la géométrie, par des considérations générales sur ces applications; afin d'offrir aux élèves, des idées plus complètes sur le caractère des services qu'ils peuvent retirer de la géométrie. Les considérations générales dont nous parlons sont l'objet du treizième discours, donné dans ce volume, à la page 210.

GÉOMÉTRIE ET MÉCHANIQUE

APPLIQUÉES AUX ARTS.

DEUXIÈME PARTIE. — MÉCHANIQUE.

PREMIÈRE LEÇON.

(Mercredi 5 janvier 1825.)

FORCES DE L'HOMME.

Des forces sensitives : la vue.

J'appelle *forces sensitives* les moyens d'observation et d'action que l'homme exerce au moyen de ses sens.

L'homme a les forces sensitives : de la vue,
de l'ouïe,
du toucher,
de l'odorat,
et du goût.

Chacune de ces forces sensitives est d'une utilité particulière dans une certaine classe d'arts.

Tantôt elles servent pour porter à notre esprit la connaissance des objets extérieurs, de leur position, de leurs mouvements, etc.

Tantôt elles portent à nos membres les ordres et les directions de la volonté, pour produire une action méchanique sur les objets extérieurs, ou pour nous soustraire à l'action de ces objets extérieurs.

Les arts ont tous contribué pour ajouter à l'intensité, à la variété, à la perfection de nos forces sensitives.

Les beaux arts leur ont donné plus d'étendue et de délicatesse.

Les arts libéraux leur ont donné plus de certitude et de sagacité.

Les arts méchaniques leur ont donné plus de rapidité dans leur action et leur réaction.

Pour seconder la force de la vue, on a construit le *télescope*, qui nous aide à voir les objets éloignés; la *loupe* et le *microscope*, qui nous aident à voir les petits objets rapprochés.

Idée des services rendus par ces instruments, à la navigation, à l'astronomie, à l'horlogerie, à l'histoire naturelle, etc.

Pour suppléer aux infirmités de la vue, on a fabriqué les lunettes ordinaires qui rapprochent ou éloignent les objets, les lunettes à verres de couleur, etc., les garde-vues, les transparents, etc.

L'art a rendu des services analogues à la force sensitive de l'*ouïe*.

Les cornets acoustiques nous fournissent le moyen d'entendre à de plus grandes distances.

Belle application des cornets acoustiques pour découvrir, par le faible bruit des organes intérieurs, l'état plus ou moins maladif de ces organes.

Tuyaux conducteurs des sons : leur usage pour transmettre les explications et les ordres, dans les diverses parties d'un grand établissement d'industrie.

Le porte-voix aide à nous faire entendre à de grandes distances. Son usage à bord des navires. Les masques des acteurs de l'antiquité étaient de véritables porte-voix.

Le cor de chasse et le cor des troupes légères, sont employés dans le même but.

Les amphithéâtres sont des porte-voix pour l'orateur, et des cornets acoustiques pour l'auditeur.

Le sens du toucher et les autres sens peuvent être de même aidés par le secours de l'art; quelques détails à ce sujet.

Les sens doivent être considérés sous un point de vue très-important pour l'industrie : ils sont des *instruments de mesure*.

Utilité des mesures.

Comment l'idée de mesure et de comparaison

concourt au développement des idées, depuis l'enfance jusqu'à la vieillesse.

Comparaisons où la mesure est égale à l'objet mesuré : c'est le premier degré du perfectionnement de la faculté sensitive de la vue.

Comparaisons où la mesure est simplement de même figure que l'objet mesuré.

Progrès du sens de la vue pour juger de ces rapports d'égalité et de similitude.

Application à l'art du dessin. Moyens que le maître doit adopter pour bien développer la faculté comparative de la vue, chez ses élèves.

Comment l'image des objets absents reste présente à notre pensée.

Comment on peut augmenter cette faculté qu'a l'imagination, de se figurer distinctement et complètement des objets qui ne sont plus à la portée de notre vue.

Avantage d'une telle étude pour les conceptions de l'industrie; afin de se former à comprendre, à juger, à exécuter des produits, des machines, des procédés qu'on n'aura vus que quelques instants.

Perfectionnement de la vue pour juger des distances.

Comment avec la vue on juge de la grandeur des objets par leur éloignement plus ou moins

considérable, et réciproquement de la distance par la grandeur.

Comment les peintres et les architectes ont tiré parti de ces comparaisons.

Applications à la production de plusieurs illusions théâtrales remarquables.

Secours mutuels de la vue et de l'intelligence pour distinguer et reconnaître les objets.

Comment, dans l'obscurité, les autres sens suppléent à celui de la vue pour juger des grandeurs, des mouvements et des distances.

Comment, durant le jour, les hommes apprennent à ne pas se laisser tromper par les illusions de la vue.

Applications à la navigation, à la guerre : de quelle manière il faut que les officiers des diverses armes perfectionnent le sens de la vue.

Usage que le chef d'un atelier ou d'une manufacture peut et doit faire de tous les perfectionnements que nous venons d'indiquer au sujet du sens de la vue.

Par quels degrés le sens de la vue devient un instrument de mesure moins imparfait, à mesure que les arts avancent chez les différents peuples.

Applications aux beaux-arts.

Influence mutuelle du public sur les artistes,

et des artistes sur le public, dans le perfectionnement du sens de la vue, et des jugements et des travaux qui en résultent.

Progrès remarquables faits à cet égard, depuis quelques années, dans la peinture et dans l'architecture.

De la vue considérée comme instrument de mesure des objets en mouvement.

Le sens de la vue nous donne ainsi l'idée et la mesure de deux éléments essentiels à la mécanique : le temps et la vitesse.

Applications aux travaux de l'industrie.

Utilité des instruments qui suppléent à l'imperfection de la simple vue, pour nous faire juger du temps. Services qu'ils ont rendus à la société toute entière.

Comment les sens de l'ouïe et de la vue se prêtent un secours mutuel, pour nous procurer l'idée précise de la durée et des vitesses de chaque mouvement des corps que nous voyons et qui nous font entendre quelques sons ou quelque bruit.

L'intensité de la lumière et les variétés de ses couleurs complètent les connaissances que l'homme peut acquérir au moyen du sens de la vue.

Une foule d'arts sont fondés sur les moyens d'augmenter ou de diminuer l'intensité de la

lumière, et d'en nuancer les couleurs. Tels sont l'éclairage des appartements et des villes, la teinture des étoffes, des tapis, des tentures, etc.

DEUXIÈME LEÇON.

(Mercredi 12 janvier 1825.)

Du sens de l'ouïe considéré comme instrument de mesure.

Le sens de l'ouïe peut servir à mesurer :

1°. La durée des sons et des silences;

2°. La force des sons ou du bruit;

3°. L'élévation ou l'abaissement des sons.

Il y a des professions très-importantes dont l'apprentissage exige qu'on forme le sens de l'ouïe à devenir un instrument de mesure pour la durée des sons et des silences.

Applications aux professions militaires, pour la marche de l'infanterie et pour le maniement des armes; aux beaux-arts pour les chanteurs, pour les joueurs d'instruments de toute espèce, et pour les compositeurs de musique.

Comment il arrive que, dans les travaux de l'industrie, les opérations toujours pareilles répétées par des mouvements continus, se font involontairement en temps égaux.

Effets remarquables qui résultent de cette uniformité de mouvements et de durée.

Impressions produites sur nous par des sons et des mouvements d'égale durée, 1°. vifs, 2°. lents ; soit dans l'enfance, soit dans l'âge mûr.

Quelques applications de la méchanique à la littérature : au rythme de la poésie. Une partie des effets de la poésie tient à la division régulière des sons qu'elle fait entendre en temps égaux, et à la reproduction des mêmes sons, au bout d'intervalles mesurés par un nombre constant de sons simples, ou équivalents.

Ce que les écrivains appellent l'harmonie imitative, est une combinaison méchanique de sons, qui reproduisent avec plus ou moins de perfection, dans leur durée, leur force et leur nature, des bruits et des mouvements dont on veut rappeler l'impression.

Indication de quelques découvertes faites pour assurer des succès romantiques ou dramatiques, d'après la théorie des sons et de la percussion.

Comment les arts et métiers ont aussi tiré parti de la facilité qu'éprouvent les hommes à répéter les mouvements simples, continus et d'égale durée, dont on leur donne l'exemple.

C'est un des plus grands avantages de la *division du travail.*

Exemple pris dans la fabrication des épingles.

Quelles règles doivent guider les ouvriers et les chefs d'atelier, pour opérer la division des travaux la plus avantageuse dans chaque espèce de profession.

L'extrême division du travail a l'inconvénient de ne laisser à beaucoup d'ouvriers qu'une main-d'œuvre bornée qui ne met pas en jeu leur intelligence. Mais, par le progrès général d'une industrie où les arts se subdivisent, parce qu'ils s'agrandissent, le nombre total des personnes appelées à faire un fréquent et bel usage de leurs facultés intellectuelles, augmente, loin de diminuer.

On démontre les avantages du nouveau système d'industrie, par la comparaison du sort de la classe ouvrière chez les peuples de l'antique Europe et de l'Europe moderne.

Indication de quelques moyens d'expliquer l'effet que produisent en nous des sons qui reviennent régulièrement suivant un mouvement lent ou rapide.

Belle expérience de MM. Bréguet, sur le moyen de corriger, l'une par l'autre, deux montres qu'on fait aller en les posant sur un même plateau élastique.

Cette expérience explique l'effet méchanique que plusieurs hommes réunis dans la même enceinte exercent les uns sur les autres, en entendant un morceau de prose, de poésie ou de musique.

Comment un seul instrument qui ne rend qu'un son peut produire sur nous les effets les plus opposés, par une simple différence de vitesse dans la répétition de ce même son.

Premier exemple : le tambour.

Second exemple : la cloche.

Les animaux éprouvent, comme nous, cette impression variée qui résulte du jeu des instruments de musique. Ainsi, la trompette anime le cheval de bataille ; ainsi, les limiers sont excités, lancés, arrêtés, rappelés par les sons variés du cor de chasse.

La force des sons diminue à mesure que le corps s'éloigne de notre oreille. Ainsi le même sens qui mesure la force des sons peut en conclure la grandeur des distances.

Cette faculté se développe surtout chez les aveugles, et leur rend des services d'autant plus grands, qu'ils ne peuvent pas juger des distances en s'aidant du sens de la vue.

Application de cette propriété des sons à plusieurs effets des beaux-arts. On s'en sert pour peindre à l'imagination, par le moyen de la

musique, l'éloignement graduel ou le rapprochement successif des objets que le spectacle doit offrir ou dérober à notre vue.

Les orateurs, les poëtes et les acteurs font une application du même genre, pour porter dans nos sens des impressions de plus en plus vives et puissantes, ou de plus en plus lentes, et si je puis parler ainsi, mourantes.

Du sens de l'ouïe, considéré comme l'instrument qui mesure l'élévation et l'abaissement des sons, ou comme on dit, des tons. C'est à proprement parler le *sens musical.*

Le sens de l'ouïe n'a point naturellement le don de bien juger de la valeur des tons; il l'acquiert par l'habitude, de même que l'œil acquiert le talent de juger des formes et des distances.

Les hommes du midi sont plus favorisés de la nature que ceux du nord, quant à l'aptitude pour juger et pour reproduire les tons musicaux.

Comment un peuple tout entier peut approcher par degrés vers la perfection du sentiment musical, dans la langue parlée ou chantée; ainsi que dans l'audition et le jeu des instruments. De ce qui reste à faire en France pour ne plus être à cet égard très-loin de la perfection.

Comment le progrès du sens de l'ouïe ex-

plique les progrès de l'harmonie du langage chez les diverses nations; exemples pris chez les Grecs, les Romains et les Français.

Comment les passions fortes et la simple distraction nous rendent insensibles aux sons qui frappent notre oreille, et que nous n'entendons pas.

Influence de la parole sur les hommes, pour lutter par son propre charme, indépendamment de la raison qu'elle défend ou combat. Comment il faut se garantir des effets d'une telle influence.

Du ton qu'il faut donner à la voix, et des moyens de manifester l'autorité qui conviennent au commandement des chefs d'ateliers. Conseils à ce sujet.

Du silence dans les ateliers.

Exemple remarquable offert par les ateliers anglais.

Du silence dans les manœuvres militaires.

Comment la battue des mesures ou la simple audition d'un chant bien marqué peuvent alléger la fatigue de certains travaux, et donner de l'ensemble à l'action de beaucoup d'hommes.

Tableau des progrès du sens de l'ouïe chez les peuples, à mesure qu'ils se civilisent, offert par l'art militaire. Musique des troupes

barbares, des troupes du moyen âge, des troupes d'un peuple très-policé.

Résumé des services que les mœurs et l'industrie d'un peuple doivent attendre du perfectionnement de nos sens considérés comme instruments de mesure.

TROISIÈME LEÇON.

(Mercredi 19 janvier 1825.)

Nouveau système de mesures.

Inconvénients nombreux et graves de l'ancien système des mesures françaises.

Complication de ce système; fixation arbitraire de ses bases, irrégularité de ses subdivisions; longueur et difficulté des calculs de parties aliquotes qu'il présentait.

Ces inconvénients fournissent à la fraude, des moyens de tromper l'ignorance et la simplicité. Il en résulte un tort fréquent pour le consommateur et pour le commerçant.

L'industrie française avait le plus grand intérêt à ce qu'on abolît l'ancien système de mesures, pour y substituer un nouveau système simple, uniforme et régulier.

De l'unité du nouveau système : c'est une longueur égale à la dixmillionième partie du

quart d'un cercle méridien, c'est-à-dire, la dixmillionième partie de la distance du pôle à l'équateur, mesurée sur la surface de la terre.

On appelle *mètre* cette unité de mesure des longueurs. Le mètre a pour longueur 3 pieds 11 lignes et 296 millièmes d'une ligne.

Subdivisions du mètre.

Le *déci-mètre* est la *dixième* partie du mètre.

Le *centi-mètre* est la *centième* partie du mètre.

Le *milli-mètre* est la *millième* partie du mètre.

On forme ainsi des mesures pour les grandes longueurs :

Le *déca*-mètre égale dix mètres.

L'*hecto*-mètre égale cent mètres.

Le *kilo*-mètre égale mille mètres.

Le *Myria*-mètre égale dix mille mètres.

Le kilomètre sert pour mesurer les distances de route. *Quatre* kilomètres font une lieue de poste, et très-peu plus *.

Les nombres simples exprimant pour une longueur donnée, ces diverses mesures qui vont de dix en dix, donnent des dixaines, des centaines de mètres, qu'on peut écrire comme

* La lieue de poste = 12,000 pieds, et 4000 mètres = 12,314 pieds.

un nombre ordinaire unique; de même les subdivisions du mètre fournissent des *fractions* décimales, qu'on peut écrire pour en former un seul nombre.

Par conséquent lorsqu'une fois on a mesuré une longueur quelconque, en myriamètres, kilomètres, hectomètres, décamètres et mètres, en écrivant de droite à gauche les chiffres exprimant le nombre de mesures de chaque espèce, et mettant zéro pour les mesures qui ne fournissent rien, l'on forme un nombre unique lequel exprime simplement *en mètres* les longueurs.

S'il y a des fractions de mètre, on les écrit à la suite d'une virgule, à droite du nombre de mètres; en mettant successivement les décimètres, les centimètres, les millimètres, etc., et remplaçant par un zéro les mesures qui manquent, on obtient un nombre décimal unique.

Si l'on voulait former un nombre unique d'une longueur exprimée en anciennes mesures, par exemple de 3 lieues $\frac{5}{7}$ toises 5 pieds 6 pouces 4 lignes 7 points, il faudrait des opérations extrêmement longues. Le nombre serait composé de chiffres tout-à-fait différents s'il exprimait des toises, ou des pieds, ou des pouces, etc.

On avait appliqué avec une très-grande simplicité la division décimale et les nouvelles mesures pour diviser chaque quart de cercle méridien, de la surface du globe, en 100 degrés, le degré en 100 minutes, la minute en 100 secondes, etc. Des obstacles que le professeur expliquera n'ont pas permis qu'on fît jouir la société, d'une division si simple et si avantageuse.

Mesures de superficie.

Un quarré, dont chaque côté a *dix mètres* de long, forme l'*are*. C'est l'unité de superficie. Un quarré dix fois plus long et dix fois plus large forme l'*hectare*.

L'*are* contient cent mètres quarrés.

L'*hectare* contient *cent* ares, ou *dix mille* mètres quarrés.

L'hectare sert à la mesure des terres, et remplace l'ancien arpent.

L'ancien arpent de Paris contient 3418 mètres quarrés et 45 centièmes de mètre quarré.

Pour mesurer les solides, on emploie le mètre cube qu'on appelle *stère*.

Il y a, pour les subdivisions, des *déci*-stères et des *centi*-stères, qui sont des dixièmes et des centièmes de stère.

Il y a pour l'unité supérieure le *déca*-stère qui contient dix stères. Ces mesures servent

aux marchands de bois, aux architectes pour leurs toisés, etc.

Pour mesurer les grains, les légumes, les liquides, etc., on emploie des mesures creuses qu'on appelle mesures de capacité.

L'unité des mesures de capacité est le *litre*.

Le litre est un volume d'un *decimètre* cube; le *décalitre* contient dix litres; l'*hectolitre* cent; le *kilolitre* mille; le *myrialitre* dix mille.

Pour les subdivisions, le *déci*litre est le dixième du litre, le *centi*litre en est le centième, etc. C'est exactement le même système de noms que pour les mesures de longueur.

L'unité des poids est le *gramme*; c'est le poids d'un centimètre cube d'eau distillée, réduite à sa plus grande densité avant la congélation.

Le *déca*gramme pèse *dix* grammes, l'*hecto*gramme pèse *cent* grammes, le *kilo*gramme pèse *mille* grammes, le *myria*gramme pèse *dix mille* grammes; le *tonneau*, mesure de marine, pèse mille kilogrammes.

Le *déci*-gramme, le *centi*gramme et le *milli*gramme valent respectivement le 10^{e}., le 100^{e}., le 1000^{e}. du gramme.

Le kilogramme pèse un peu plus que deux anciennes livres : il pèse 2 livres, 5 gros et 35 grains.

Pour mesurer le temps on avait renouvelé le système des Égyptiens et celui d'Athènes, colonie d'Égypte. On décomposait l'année ordinaire en 12 mois de 30 jours et cinq jours complémentaires.

Le mois avait 3 décades de dix jours. Les jours avaient des noms qui rappelaient ceux de premier jour, deuxième, troisième, etc., jusqu'au dixième.

On aurait dû conserver cette division du temps pour les comptabilités publiques, ainsi que pour les transactions du commerce et de l'industrie.

Les heures de la journée ont été divisées aussi d'après le système décimal, en 10 heures de jour et 10 de nuit; chaque heure en *cent* minutes, chaque minute en *cent* secondes, etc.

Cette division a trouvé plus d'obstacles encore que celle du calendrier.

La monnaie est la mesure employée pour déterminer, dans les arts et la société, la valeur comparée des choses.

Dans le nouveau système, l'unité de mesure est le franc. Il se subdivise en *décimes*, *centimes* et *millésimes*, qui sont des dixièmes, des centièmes et des millièmes du franc. On aurait dû faire des pièces de dix francs et de

cent francs ; on a préféré faire des pièces de vingt et de quarante.

La monnaie présente aux arts mécaniques une mesure importante des forces employées à produire des effets appréciables. Vues à cet égard.

Le professeur terminera sa leçon par des considérations générales sur les difficultés réelles que présente toujours, dans les arts mécaniques, l'introduction d'un nouveau système de mesures, et sur les moyens les plus efficaces d'opérer *avec avantage* une pareille introduction.

QUATRIÈME LEÇON.

(Mercredi 26 janvier 1825.)

Forces physiques de l'homme.

De la succession du travail et du repos, par rapport à la dépense des forces, et à leur restitution.

Moyens divers de réparer les forces : sommeil de nuit et de jour, nourriture, etc.

Observations sur le moyen d'ajouter beaucoup à la force des ouvriers, par une nourriture animale plus réglée et plus abondante.

Du nouveau bienfait que le gouvernement vient d'offrir à la classe ouvrière de la capi-

tale, en mettant un terme au monopole de corporation des viandes de boucherie. Conséquences d'une telle mesure en faveur de l'industrie.

De l'emploi des forces de l'homme dans la marche.

Unité de mesures appelée *lieue*, représentant l'espace parcouru par un homme durant une heure : — Au très-petit pas, c'est la lieue de poste; au pas moyen, c'est une lieue commune; au pas allongé, c'est la grande lieue d'une foule de campagnes.

Au lieu de ces indications vagues, il vaut beaucoup mieux, comme on l'a dit dans la leçon précédente, prendre le kilomètre pour unité de mesures de route.

4 kilomètres valent un peu plus que la lieue de poste.

5 kilomètres valent à peu près la lieue commune.

5 $\frac{1}{2}$ kilomètres valent une lieue marine.

Chaque jour, un homme de force moyenne peut parcourir sans épuisement, s'il n'a rien à porter, 50 kilomètres, en huit heures et demie de marche effective.

Le poids moyen d'un homme et de ses vêtements ordinaires est de 70 kilogrammes.

Donc en un jour de marche, l'homme trans-

porte, en sa personne et ses habits, un poids de 70 kilogrammes, à 50 kilomètres de distance : ce qui équivaut à 3.500 kilogrammes transportés à un kilomètre de distance.

Applications des principes de la marche aux troupes d'infanterie.

Différences très-remarquables entre les pas militaires des Français et des Anglais.

Longueur du pas : Français = 65 centimètres.
Anglais = 76.

Nombre de pas par minute :

	Français.	Anglais.
Pas ordinaire. . .	76	75
Pas accéléré.	100	108

Espaces parcourus dans une heure,

En pas ordinaires.	2.964 mèt.	3.420 mèt.
En pas accélérés.	3.900	4.925

Les Anglais ont un pas de course, cadencé comme les deux précédents : il a 84 centimètres de longueur, et le soldat en fait 150 par minute; alors il parcourt 7,560 mèt. dans une heure. Au pas de route ordinaire, le soldat romain parcourait 30 kilomètres en 5 heures; ce qui faisait 6 kilomètres par heure.

En négligeant les fractions, on a pour espace parcouru durant une heure :

Pas accéléré des Français. . . . 4 kilom.
Pas accéléré des Anglais. . . . . 5 kilom.
Pas de route des Romains. . . . . 6 kilom.
Pas de route accéléré des Romains. } $7\frac{1}{2}$ kilom.
Pas de course des Anglais. . . . }

Ces observations sont de nature à produire des modifications essentielles pour améliorer le système de la marche de nos troupes.

De la marche des portefaix et des colporteurs.

De ce que l'on entend par l'*effet utile* du travail des portefaix et des colporteurs. C'est le produit du nombre de kilogrammes que pèse la charge, multiplié par la distance que l'homme a parcourue en portant cette charge.

Effet utile d'une journée de portefaix : 6 voyages pour aller d'une maison à l'autre, distantes de 2 kilomètres, en portant 68 kilogrammes de charge $= 6 \times 2 \times 68 = 816$ kilogrammes transportés à un kilomètre de distance.

Effet utile d'une journée de colporteur : 44 kilogrammes de charge, transportés à 20 kilomètres de distance = 880 kilogrammes transportés à un kilomètre.

En ajoutant le poids du corps qui se transporte aux distances parcourues, réduites à un mètre :

1°. Par un soldat français, non chargé. 3,500 k.

2°. Colporteur. 2,166

3°. Portefaix qui porte 68 kilog. . . 2,048

Donc *la quantité totale d'action diminue à mesure que la charge augmente.*

Il y a pour chaque genre de transport une charge plus avantageuse que toutes les autres, et qu'il est d'un très-grand intérêt de bien connaître.

Exposition des recherches expérimentales faites à ce sujet par Coulomb.

Le plus grand effet à produire par un colporteur est une charge de 50 kilogrammes $\frac{5}{10}$, portée à 18 kilomètres; ce qui égale 907 kilogrammes transportés à *un* kilomètre de distance.

Portefaix qui va et vient à courtes distances, tantôt chargé; tantôt à vide. Charge la plus avantageuse, 61 kilogrammes $\frac{1}{4}$; l'effet utile *maximum* est alors de 691 $\frac{1}{2}$ kilogrammes transportés à un kilomètre de distance.

Une personne qui monte des escaliers, sans rien porter, élève son poids et celui de ses vêtements, c'est-à-dire, 70 kilogrammes. Si elle peut monter seulement quatre heures sur vingt-quatre, elle élève par conséquent 70 kilogrammes à 336 mètres, ou 235,200 kilog. à un mètre de hauteur.

Expérience faite avec des marins français, dirigés par le célèbre Borda, en montant le pic de Ténériffe; elle donne une mesure de cette manière d'employer la force de l'homme.

Considérations sur les pentes qui conviennent à la marche de l'homme pour atteindre, le plus avantageusement possible, à des hauteurs données, en parcourant des espaces plus ou moins considérables.

Des porteurs employés à monter des fardeaux par des escaliers. Plus grand *effet utile* du journalier porteur qui monte du bois dans une maison, = 52,848 kilogrammes élevés à un mètre.

En tenant compte du poids même du porteur, la quantité totale de matière qu'il élève à un mètre en un jour = 109,000 kilogrammes; tandis que les marins de Borda, qui n'avaient que leur corps à porter, ont élevé 235,200 kilogrammes à un mètre : c'est plus du double.

Il résulte de là qu'on gagnera CENT *pour* CENT *à faire monter à vide des manœuvres, pour les faire descendre comme contre-poids des charges à élever; plutôt que de leur faire monter ces charges sur leur dos.* C'est un exemple bien simple et bien frappant de l'utilité des considérations méchaniques les plus simples.

Application de ce résultat au travail des roues à marches.

Description des roues à marches, employées dans les prisons d'Angleterre. Évaluation de la force humaine employée à ces roues.

De la force comparée des ouvriers de diverses nations : les Français, les Anglais et les Turcs.

Description de l'instrument propre à mesurer les forces musculaires, inventé par M. Régnier.

CINQUIÈME LEÇON

Mercredi 2 février 1825.

Force des animaux.

De l'intelligence de l'homme employée pour apprivoiser et dompter les animaux.

Des animaux dont l'homme peut appliquer la force aux travaux de l'industrie.

Des chevaux.

Considérations sur les diverses espèces de chevaux de selle, de somme et de trait.

Des moyens à suivre pour régénérer en France, ces diverses espèces.

Effet utile produit par un cheval de selle, chargé de 90 kilogrammes, poids de son cava-

lier et des effets de ce cavalier : 3.600 kilogrammes transportés à un kilomètre de distance.

Effet utile du cheval de somme, portant de 100 à 150 kilogrammes : 4.000 kilogrammes transportés à un kilomètre de distance.

Ainsi l'effet utile produit par un cheval de somme équivaut à peu près à celui que produisent cinq colporteurs.

Le cheval de trait peut traîner, outre la voiture, de 700 à 750 kilogrammes, et parcourir 38 kilomètres par jour. Cela donne pour effet utile, 28.500 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Un cheval qui tire à la voiture peut produire un effet utile journalier, égal à celui que produisent *trente-deux* colporteurs.

Trente-deux colporteurs à 1 fr. 50 c. de solde par jour feraient une dépense de 48 francs. Le cheval loué avec sa voiture, coûterait au plus 5 francs.

Ce résultat montre combien il est avantageux pour l'industrie de substituer la force du cheval, et la machine appelée voiture, à la force du colporteur et à ses crochets.

De la vitesse des chevaux.

Le cheval du roulier parcourt environ 4 kilomètres par heure.

Le cheval des diligences françaises, sur beaucoup de nos routes, fait simplement poste à l'heure; c'est-à-dire 8 kilomètres par heure.

L'effet utile de la journée de ce cheval de diligence équivaut à 12.960 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Comment le prix des transports, par le roulage et la diligence, est réglé d'après l'effet utile des chevaux qui traînent au pas et au trot.

Comment, à mesure que les arts se perfectionnent chez un peuple, le transport de ses voyageurs, et celui des produits de son industrie, y prennent plus de rapidité.

Comparaison de l'effet utile produit par un cheval de diligence, en Angleterre et en France.

Comparaison de la vitesse des transports en Italie, en France et en Angleterre.

Comparaison générale des ressources de la France et de l'Angleterre, en animaux domestiques.

Conséquences étendues, importantes, qui résultent pour le peuple chez lequel la population animale domestique est la plus grande, proportion gardée avec la population humaine.

Évaluation du roulage, en Angleterre.

Des chevaux de manége.

Un cheval qui traîne des fardeaux fait un

travail équivalant à celui de sept hommes qui traînent aussi des fardeaux avec des voitures.

L'homme qui traîne à la brouette ne produit qu'un effet utile équivalant au dix-huitième du cheval de roulier.

Emploi du dynamomètre de M. Regnier, pour mesurer la force avec laquelle les chevaux agissent sur les traits.

Le cheval de roulage, dans son travail habituel, tire avec une force que représente un poids de 50 à 70 kilogrammes.

Un cheval de charrue tire avec une force de 72 kilogrammes; il parcourt 26 kilomètres par jour, et l'effet utile qu'il produit équivaut à 1872 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Expériences de M. de Rumfort, sur la force avec laquelle les chevaux tirent des voitures suspendues, en voyageant sur des routes pavées, ferrées, etc.

Observations sur l'importance du bon traitement des animaux, pour l'avantage de l'industrie et pour l'honneur de l'humanité.

SIXIÈME LEÇON.

(Mercredi 9 février 1825.)

Lois du mouvement.

Quand un corps est en repos, si nulle force ne le sollicite à se mouvoir, il continue, sans fin, à rester en repos.

Quand un corps se meut, il faut qu'une force agisse ou ait agi sur lui pour le faire changer de place.

Quand un corps a commencé de se mouvoir dans une direction, si nulle force nouvelle ne vient agir sur lui, et s'il ne trouve aucun obstacle, il s'avancera toujours dans la même direction, en parcourant des distances égales, en temps égaux. Tel est le mouvement *uniforme*.

Deux forces qui agissent suivant la même ligne droite et dans le *même* sens sur un corps, le font avancer comme le ferait une force unique, égale à la *somme* des deux autres.

Si les deux forces agissent en sens *contraires*, elles produisent le même effet qu'une seule force égale à *leur différence*, et dirigée comme la plus grande des deux.

Les deux forces qui agissent ensemble sont

appelées *composantes* et la force unique qui produit le même résultat est appelée la *résultante* de ces forces.

Tant de forces composantes qu'on voudra, agissant dans le même sens, sur la même ligne droite, ont une résultante égale à leur *somme* et dirigée suivant cette droite.

Si, à ces premières forces composantes agissant dans un sens, sont opposées d'autres forces agissant en sens contraire, la somme des premières, moins la somme des secondes, sera la résultante unique, dirigée du côté de la plus forte somme.

La vîtesse est le rapport du temps à l'espace parcouru.

La vitesse d'un corps est proportionnelle à la force qui le met en mouvement.

Pour une force donnée, la vitesse du corps est d'autant moindre que le corps a plus de masse, et réciproquement. Cela tient à l'inertie de la matière.

L'*inertie* de la matière joue un grand rôle dans les machines employées par l'industrie.

De la force nécessaire pour produire des effets utiles déterminés, en transportant des fardeaux sur la terre. Idée des résistances qui naissent du frottement. Conséquences sur la règle que doit suivre l'industrie pour payer la

force employée à produire des effets déterminés.

Des forces parallèles. Quand deux forces ou un plus grand nombre agissent dans le même sens, sur un même corps, en suivant des directions parallèles, l'effet qu'elles produisent pour faire avancer le corps est le même qu'une force unique égale à leur somme.

Si quelques-unes des forces parallèles agissent dans un sens et les autres en sens contraire, elles auront pour résultante une seule force égale à la différence entre la somme des premières et la somme des secondes, si la première somme est la plus forte. De plus la résultante sera dans le sens des forces qui présentent la plus forte somme.

Comment on détermine la position de la résultante.

Les propriétés des parallèles conduisent à la détermination d'un point remarquable appelé *centre de gravité*.

Applications nombreuses et variées des propriétés du centre de gravité aux usages de la vie et aux travaux des arts.

SEPTIÈME LEÇON.

(Mercredi 16 février 1825.)

Suite des lois du mouvement.

Quand deux forces agissent à la fois pour faire avancer un corps suivant la même ligne droite, elles lui font parcourir dans un temps donné autant d'espace qu'il en parcourrait si les deux forces agissaient successivement, et durant le même temps donné, sur le corps en question.

De même, quand deux forces agissent à la fois dans un temps donné, l'une pour faire avancer, l'autre pour faire reculer un corps suivant une même ligne droite, l'espace parcouru par ce corps est le même que si, durant un temps égal, il avait d'abord avancé par l'effet de la première force seulement, puis rétrogradé par l'effet de la seconde force seulement.

Cette propriété qu'a la matière, de parcourir le même espace total dans un même temps, lorsque plusieurs forces agissent à la fois dans la même direction, et lorsque chaque force agit successivement pendant le même temps, cette propriété, dis-je, n'appartient pas seulement aux corps qui sont sollicités au mouve-

ment par des forces qui agissent suivant une même ligne droite : elle est générale, quelle que soit la direction des forces.

Application à la marche des matelots et des passagers sur un navire poussé par le vent ou par la force de la vapeur.

Autre application : Jeux de billard, d'échecs, etc., placés sur un navire.

Du principe qu'on vient d'expliquer, il résulte ce théorème, qui est un des plus importants de la méchanique :

Si l'on construit un parallélogramme, dont on considère deux côtés contigus, et qu'au sommet commun à ces deux côtés on place un corps; si le corps est poussé par une première force dans la direction du premier côté, et poussé par une seconde force dans la direction du second côté; si, de plus, le corps poussé par chaque force séparément parcourt, dans un temps donné, le premier côté du parallélogramme qui représente la première force, et le second côté qui représente la seconde force; je dis que, si les deux forces agissent à la fois durant le même temps donné :

1°. Le corps se mouvra suivant la diagonale de ce parallélogramme;

2°. Il arrivera juste à l'extrémité de cette diagonale à la fin du temps qu'il aurait mis à

parcourir chacun des côtés, si les deux forces composantes avaient agi successivement.

On exprime ce théorême avec une bien plus grande simplicité en disant : Si deux côtés contigus d'un parallélogramme représentent en grandeur et en direction deux forces composantes, leur résultante sera représentée en grandeur et en direction par la diagonale de ce parallélogramme, menée depuis le sommet formé par les deux côtés que l'on considère.

Plus l'angle formé par les deux composantes est aigu, plus la résultante approche d'être égale à leur somme.

Plus l'angle formé par les deux composantes est obtus, plus la résultante approche d'être égale à leur différence.

Plus, par conséquent, la résultante approche d'être nulle, si les deux composantes sont égales.

Dans les arts méchaniques on fait une application fréquente de cette propriété.

Applications à l'emballage, au jet des flèches par un arc, au toucher des cordes de harpe et de violon.

Lorsque trois, quatre, cinq forces composantes, et, en général, tel nombre qu'on voudra, doivent agir sur un corps quelconque durant un temps donné, ces forces transportent

le corps au même point de l'espace, soit qu'elles agissent toutes à la fois, ou une à une, deux à deux, etc.

En représentant ces forces en grandeur et en direction par des lignes droites, et mettant successivement la seconde ligne droite au bout de la première, la troisième au bout de la seconde, etc., l'extrémité de la dernière ligne droite sera le point d'arrivée du corps sollicité par toutes les forces, une à une, et par conséquent aussi le point d'arrivée de ce corps sollicité par toutes les forces ensemble.

Si toutes les forces se font équilibre, le corps n'avance ni ne recule quand elles agissent en même temps. Si l'on place encore, dans ce cas, au bout les unes des autres, les droites qui représentent ces forces en grandeur et en direction, l'extrémité de la dernière droite aboutit juste au commencement de la première, et le corps, promené de la sorte par les différentes forces, revient à son point de départ.

Comment, par des applications bien simples de la théorie des parallèles, la géométrie élémentaire et la géométrie descriptive fournissent des moyens faciles de représenter, par des projections, les composantes et les résultantes de tant de forces qu'on voudra, qui agissent sur un point matériel.

De même qu'un parallélogramme rend sensible la composition de deux forces sur un plan, un prisme parallélogrammatique peut rendre sensible la composition de trois forces quelconques qui agissent sur un point matériel.

HUITIÈME LEÇON.

(Mercredi 23 février.)

Machines simples. Des cordes.

Des cordes supposées parfaitement flexibles, inextensibles et sans pesanteur.

Composition des forces appliquées aux deux extrémités de pareilles cordes. Des *tensions* que les cordes éprouvent alors.

Comment les cordes cassent. Moyens par lesquels on mesure la résistance dont les cordes sont susceptibles.

De ce qui a lieu quand plusieurs forces sont appliquées à chaque extrémité d'une corde.

Applications à la sonnerie des cloches et à celle des moutons pour battre les pieux.

D'une corde tirée à la fois par ses deux bouts, et par un point intermédiaire; de l'angle que forment les deux parties de cette corde, à partir de ce point. Des cordes sollicitées par des forces à leurs extrémités ainsi que dans

un nombre quelconque de points intermédiaires.

Quand un nombre quelconque de forces, appliquées à divers points d'une même corde, se font équilibre, en appliquant toutes ses forces au même point, sans changer ni leur grandeur ni leur direction, toutes les forces ainsi transportées et débarrassées de la corde se font encore équilibre entre elles.

De l'équilibre d'une corde le long de laquelle on suspend un nombre quelconque de poids. Des tensions de la corde.

Effets de la pesanteur sur les cordes. Quand une corde est suspendue par les deux bouts, elle prend la forme d'une courbe appelée chaînette; sa considération est importante pour plusieurs arts méchaniques.

Si par le point le plus bas de la chaînette on élève une perpendiculaire, les parties de cette courbe à droite et à gauche de la perpendiculaire seront symétriques.

En quelque point qu'on fasse finir une chaînette pesante, sa forme et son état d'équilibre ne changent point pour cela.

Des tensions comparées qu'éprouve la chaînette à ses extrémités et au point le plus bas. C'est en ce dernier point que la tension est la moindre. C'est au point de suspension qu'elle

est la plus grande. Donc, si la chaînette est partout d'égale résistance, et qu'elle doive casser quelque part, c'est au point de suspension qu'elle cassera.

Si l'on compare deux chaînettes de figure semblable, mais l'une deux fois plus petite et deux fois plus pesante que l'autre, ou trois fois plus petite et trois fois plus pesante que l'autre, ou quatre fois plus petite et quatre fois plus pesante que l'autre, la tension éprouvée par les deux chaînettes en des points semblablement placés sera égale de part et d'autre.

Comparaison des chaînettes qui n'ont pas leurs cordes et leurs flèches dans le même rapport.

Comment il est impossible de tendre en ligne droite un câble qu'on tire horizontalement par les deux bouts, quelque force qu'on emploie à produire cet effet.

Application des propriétés des cordes,

1°. Aux câbles de chanvre et de fer qu'on emploie pour tenir les vaisseaux à l'ancre;

2°. Aux cordages qui composent le gréement d'un navire;

3°. A l'équilibre des ponts en chaînes de fer. Principes sur lesquels repose leur système.

Du mouvement circulaire des cordes tenues

d'un bout par un point fixe, de l'autre animées d'une force.

De la force centripète, de la force centrifuge, et de la force tangentielle. Leurs rapports.

Application au mouvement des frondes.

Application des propriétés du mouvement circulaire aux volants employés dans les machines.

NEUVIÈME LEÇON.

(Mercredi 2 mars 1825.)

Machines simples : le levier.

D'après la définition des géomètres, *le levier* est une ligne inflexible inextensible, ayant un seul point immobile, et par conséquent pouvant tourner librement autour de ce point.

Ce point immobile qui porte sur un obstacle, sur un appui fixe, est ce qu'on appelle le *point d'appui*.

Comment l'équilibre d'un levier sollicité par deux forces, une à chaque extrémité, peut se déduire des propriétés du parallélogramme des forces.

Autre manière plus simple et plus facile de démontrer les propriétés de l'équilibre et du mouvement du levier, dans le cas où les deux

forces appliquées aux extrémités du levier sont parallèles.

Il faut que la grandeur des deux forces soit en raison inverse de leur distance au point d'appui. *Autrement*, si l'on multiplie chaque force par sa distance au point d'appui, il faut que les deux produits qu'on va former ainsi soient égaux.

Application. Comment cette propriété de l'équilibre du levier peut servir au pesage des corps.

De la machine appelée *balance.* De la *romaine :* principe de son équilibre, de sa graduation, de son usage.

Équilibre du levier coudé, déduit de l'équilibre du levier droit.

Dans le levier coudé, si les deux forces agissent pour faire tourner le levier en sens contraires, et si l'on multiplie chaque force par la distance du point d'appui, à la ligne droite qui représente la direction de cette force, enfin si les deux produits ainsi formés sont égaux, il y aura équilibre.

Comment on détermine les conditions d'équilibre d'un levier sollicité par plus de deux forces, les unes pour le faire tourner dans un sens, les autres pour le faire tourner en sens contraire. Il faut, suivant les principes de la

composition des forces (*Voyez* sixième et septième leçons), prendre la résultante des premières, puis la résultante des secondes, et voir si chacune d'elles, multipliée par sa distance au point d'appui, donne le même produit.

Il y a trois espèces de levier.

Première espèce. Le point d'appui se trouve entre les deux forces, la puissance et la résistance.

2e. *Espèce.* Le point d'appui se trouve en dehors des deux forces, du côté de la résistance.

3e. *Espèce.* Le point d'appui se trouve en dehors des deux forces, du côté de la puissance.

Retour à l'examen des balances. Il faut faire entrer en considération le poids des bras du levier appelé *fléau*, et le poids des plateaux de balance.

Comment on fabrique de fausses balances, et comment on s'assure de l'exactitude ou de la fausseté des balances déjà fabriquées.

Des doubles pesées. Moyen de Borda pour peser exactement un corps avec une balance quelconque, en faisant deux pesées consécutives : la 1re. avec le corps; la 2e. en remplaçant ce corps par une quantité de poids suffisante pour faire équilibre au poids même qui, dans l'autre plateau de la balance, faisait équi-

libre au corps proposé. Ce moyen peut s'appliquer avec succès dans l'emploi de la romaine.

Du centre de gravité des balances. Sa position plus ou moins élevée rend les balances trop ou trop peu mobiles : deux inconvénients qu'on doit éviter avec un égal soin.

Des poulies.

Une poulie complète se compose : 1°. d'un rouet circulaire dont le contour offre une cavité partout également profonde, et destinée à recevoir une corde : c'est ce qu'on appelle la *gorge* de la poulie ; 2°. d'un essieu passant par le centre du rouet ; 3°. d'une chappe à laquelle est fixé l'essieu, et dans laquelle tourne le rouet.

Il y a deux espèces de poulies : les poulies fixes et les poulies mobiles. Dans la poulie fixe, la chappe restant immobile, l'essieu reste pareillement immobile. Dans la poulie mobile, l'essieu avance ou recule avec la chappe et le rouet.

Condition de l'équilibre dans la poulie fixe. La puissance doit être égale à la résistance, quelle que soit la direction de chaque partie de la corde à laquelle est appliquée l'une ou l'autre de ces forces.

Par le moyen du parallélogramme des for-

ces, on détermine facilement la direction et la grandeur de la pression produite sur le point d'appui par la puissance et la résistance. Cet effort est à son maximum quand ces deux forces sont parallèles.

Équilibre de la poulie mobile. Dans cette poulie un des bouts de la corde est attaché sur quelque obstacle fixe. Ensuite, tantôt c'est la puissance qui est fixée à l'autre bout du cordon, tantôt c'est la résistance.

Dans les deux cas la résistance est représentée par la diagonale d'un parallélogramme dont les côtés mêmes représentent, d'une part la puissance, de l'autre la tension exercée par la corde sur le point d'appui.

Combinaison des poulies fixes et des poulies mobiles.

Application. Suspension des réverbères dans nos rues.

Des différents systèmes de poulies. Des *mouffles*, conditions de leur équilibre.

Mouffles qui ont plusieurs rouets sur le même essieu.

Mouffles qui ont plusieurs rouets dans la même chappe, mais sur différents essieux.

Effets de la pesanteur sur les poulies.

DIXIÈME LEÇON.

(Mercredi 9 mars 1825.)

Treuil ou cabestan.

Le treuil est composé d'un cylindre et d'une roue circulaire ayant le même axe, et joints ensemble de manière à ce que la roue ne puisse pas tourner sans entraîner le cylindre dans son mouvement. Une corde est d'un bout fixée et enroulée sur le cylindre, et c'est au bout libre de cette corde que l'on attache la résistance. Enfin la puissance est appliquée à la circonférence de la roue, immédiatement ou par le moyen d'une corde.

Dans cette machine, l'effet de la puissance est proportionnel au rayon de la roue sur la circonférence de laquelle cette puissance est appliquée. L'effet de la résistance est proportionnel au rayon du cylindre sur la circonférence duquel cette résistance est appliquée.

Pour qu'il y ait équilibre, il faut, 1°. que la puissance tende à faire tourner le treuil dans un sens, et la résistance dans le sens opposé; 2°. que la puissance, multipliée par le rayon de la roue, égale la résistance multipliée par le rayon du cylindre.

On fait abstraction, ici, de la grosseur des cordes auxquelles sont appliquées la puissance et la résistance. Pour les faire entrer en considération, il faudrait : 1°. ajouter au rayon de la roue, le rayon de la corde au bout de laquelle agit la puissance, et multiplier la somme par cette puissance; 2°. ajouter au rayon du cylindre le rayon de la corde au bout de laquelle agit la résistance, et multiplier la somme par cette résistance. Afin que la machine restât en équilibre, les deux produits devraient être égaux.

Quand le cylindre est vertical, le treuil prend le nom de *cabestan*. Son usage à bord des vaisseaux. Au lieu du cylindre on substitue souvent un cône ou une espèce de cloche dont la surface inclinée sert à remonter la corde à la quelle est appliquée la résistance; afin de n'être pas obligé d'interrompre la manœuvre.

Le *virevau* est un treuil dont l'axe est horizontal, et qu'on manœuvre avec des leviers.

Description des principales variétés de treuils et de cabestans employés dans les arts, et particulièrement dans la marine.

On peut appliquer la puissance au treuil, sur la circonférence d'une roue; comme aux treuils qui servent pour tirer la pierre des carrières aux environs de Paris.

On peut employer des tambours dans lesquels marchent les hommes qui font agir le treuil. Tel est le système adopté pour quelques machines qui servent à mâter les vaisseaux.

Un système analogue est celui du tourne-broche qu'un chien fait mouvoir. Petites machines mises en mouvement par des écureuils et des souris.

L'usage des roues à marches est introduit dans les prisons d'Angleterre pour tirer parti de la force des prisonniers, et les corriger du vice de l'oisiveté. Nous pouvons imiter avec avantage ce moyen de correction.

Explication de l'équilibre et du mouvement des treuils composés.

Quand plusieurs treuils sont combinés ensemble de manière que, depuis le premier jusqu'au dernier, chaque corde employée à la transmission du mouvement passe de la roue d'un treuil au cylindre du suivant, voici ce qui a lieu. La puissance appliquée à la corde qui s'enroule sur la roue, donne un effet proportionnel au produit des rayons de toutes les roues, augmentés respectivement des rayons des cordes correspondantes; la résistance appliquée à la corde qui s'enroule sur le cylindre du dernier treuil, donne un effet proportionnel au produit des rayons de tous les cylindres,

augmentés respectivement des rayons des cordes qui s'enroulent sur ces cylindres. Enfin, quand il y a équilibre, la puissance multipliée par le premier produit égale la résistance multipliée par le second produit.

Du jeu des manivelles et des bielles formant treuil avec des roues montées sur des arbres.

Transmission des mouvements d'un treuil à un autre, par des lanières. Lois de ce mouvement.

Des roues dentées; de leur jeu.

Idée de la forme qui convient le mieux à leurs dents.

Dents droites et dents obliques.

Roues droites et roues d'angle.

Les roues qui transmettent leur action par frottement doivent être envisagées comme de véritables roues dentées. Telles sont les roues des voitures.

Roues dentées des chariots qui vont sur des chemins de fer. C'est une image sensible des effets du frottement dans la marche des voitures ordinaires.

Les combinaisons des roues dentées sont particulièrement utiles à l'horlogerie.

Explication du méchanisme du cric simple et composé. Dans le cric simple, l'effet de la puissance est proportionnel au rayon de la ma-

nivelle, l'effet de la résistance est proportionnel au rayon de la roue dentée.

Il y a équilibre entre la puissance et la résistance, lorsque la puissance, multipliée par le rayon de la manivelle, égale la résistance multipliée par le rayon de la roue dentée.

Dans le cric composé, il y a 1°. une petite roue dentée qui s'engrène avec la roue dentée du cric, 2°. sur l'essieu même de la petite roue une grande roue dentée qui s'engrène avec un pignon dont l'axe est mû par la manivelle.

Dans ce cric, l'effet de la puissance est proportionnel au rayon de la manivelle, multiplié par celui de la grande roue dentée. L'effet de la résistance est proportionnel au rayon de la petite roue dentée, multiplié par celui du pignon.

ONZIÈME LEÇON.

(Mercredi 16 mars 1825.)

Equilibre des corps sur des plans fixes : plans inclinés.

Conditions d'équilibre et de mouvement d'une force agissant sur un corps, pour le pousser contre un plan fixe.

Conditions d'équilibre d'un nombre quelconque de forces agissant pour produire le même effet.

Cas particuliers où le corps ne touche le plan que par un point, que par deux points, ou que par trois points.

De l'équilibre d'un corps qui repose à la fois sur deux plans fixes.

Équilibre d'un corps qui est poussé contre un plan fixe par plusieurs forces diversement dirigées.

Effets de la pesanteur relativement aux corps posés sur des plans : 1°. horizontaux; 2°. inclinés.

Conditions de la stabilité des corps posés sur un plan fixe et soumis à l'action de la pesanteur.

Analogies remarquables de ces conditions de stabilité avec les conditions auxquelles sont soumis les corps solides qui flottent sur un fluide.

Applications de ces principes au mouvement des voitures.

Développement des principes exposés dans un travail approuvé par l'Académie des sciences, pour diminuer, et, s'il se peut, faire entièrement disparaître les accidents qui résultent du versement des voitures.

DOUZIÈME LEÇON.

(Mercredi, 23 mars 1825.)

De la vis.

Définition de la vis et de son écrou.

Vis à filet triangulaire.

Vis à filet quarré.

Du pas de la vis.

Tantôt la vis a son écrou qui avance ou recule; tandis que la vis ne peut que tourner sur elle-même.

Tantôt c'est la vis qui avance ou recule; tandis que l'écrou ne peut que tourner sur lui-même, sans avancer ni reculer.

L'effet de la puissance, supposée horizontale quand l'axe de la vis est vertical, est proportionnel à la circonférence décrite avec le bras du levier au bout duquel cette puissance agit sur l'écrou; l'effet de la résistance est proportionnel à la hauteur du pas de vis.

De la vis sans fin; ses usages multipliés dans les arts.

Description des machines qui servent à tailler les vis.

Du coin.

Sa définition. Lois très-simples de son équilibre et de son mouvement.

Importance du coin dans les arts. Les armes tranchantes, les couteaux, les ciseaux, les poinçons, les limes, les scies même et une foule d'outils sont des coins.

Considérations sur l'emploi des outils dans les arts : perfectionnements que notre industrie attend à cet égard.

Coup-d'œil général sur le caractère des machines simples, sur la variété et la convenance de leur emploi; etc.

Du frottement.

Les principes de l'équilibre et du mouvement dans les machines simples, ont été donnés, dans les leçons précédentes, en faisant abstraction de toutes les espèces d'obstacles accessoires qui s'opposent au jeu de ces machines, et qui diminuent l'efficacité de la puissance. Parmi ces obstacles, il faut placer au premier rang le *frottement* des corps qui *glissent* ou qui *roulent* les uns sur les autres.

Description des appareils de Coulomb pour mesurer le frottement dans les machines simples.

Frottement du bois qu'on fait glisser sur du bois, savoir :

Chêne contre chêne;

Sapin contre sapin ;

Orme contre orme ;

Chêne contre sapin et contre orme ;

Orme contre sapin.

Frottement des bois contre des métaux et spécialement contre le fer et le cuivre.

Frottement des métaux contre des métaux : fer contre cuivre.

Effet des enduits pour diminuer les frottements.

QUATORZIÈME DISCOURS,

PRONONCÉ LE SAMEDI 26 MARS 1825, DANS L'AMPHITHÉATRE DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS, POUR LA CLÔTURE DU NOUVEAU COURS DE GÉOMÉTRIE ET DE MÉCHANIQUE APPLIQUÉES AUX ARTS, OUVERT EN FAVEUR DE LA CLASSE OUVRIÈRE.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

DES APPLICATIONS DE MÉCHANIQUE.

MESSIEURS,

Après avoir exposé les principales propriétés de l'étendue, et leurs applications aux arts, je vous ai présenté, dans une séance générale, le résumé complet de ces propriétés et de ces applications. Par là vous avez pu saisir l'ensemble des vérités que nous offre la géométrie, apprécier les principaux services que ces vérités ont déjà rendus à vos travaux, et pressentir les services futurs que vous devez raisonnablement espérer d'une science féconde, quand vous aurez acquis la connaissance de ses ressources.

Je me propose, aujourd'hui, de résumer les principes de la méchanique et leurs applications aux arts, d'après l'exposition détaillée que j'en ai faite, en professant la seconde partie de mon cours.

La méchanique, dans l'acception la plus générale du mot, est la science qui fait connaître les lois auxquelles sont soumises les forces agissant sur les corps de la nature.

Les lois de la méchanique sont les mêmes pour les applications les plus sublimes de la science, et pour les applications les plus vulgaires de l'industrie.

Mais, lorsqu'on veut atteindre à ces hautes combinaisons de la science, il faut recourir à des raisonnements abstraits et difficiles, à des calculs épineux et compliqués. Pour que l'industrie tire un grand parti de la méchanique, elle doit au contraire lui demander une marche plus facile, plus élémentaire, et qui soit aisément comprise du très-grand nombre des hommes qui pratiquent les arts et les métiers.

Voilà l'une des difficultés les plus graves que j'aie eues à vaincre, dans la composition d'un enseignement qui fût mis à la portée des simples ouvriers.

Quand je dois parler d'un cercle, il me suffit de le montrer, pour donner, de sa rondeur,

une idée très-claire, aussitôt saisie par l'esprit et par l'imagination. Il me suffit de montrer son centre, pour que l'on comprenne à l'instant ce qu'est un rayon, ce qu'est un diamètre. De même, pour que l'on comprenne comment deux parallèles ne se rencontrent jamais, il me suffit de les montrer prolongées dans une assez grande étendue, sans qu'elles se soient en rien rapprochées l'une de l'autre. Veux-je parler de deux figures égales, symétriques, ou semblables? si je les pose à côté l'une de l'autre, le spectateur juge aussitôt de leur égalité, de leur symétrie, ou de leur similitude, son regard devance mes explications, qui lui semblent par cela même plus intelligibles.

Mais, en méchanique, il est beaucoup de connaissances qu'on tenterait vainement de faire ainsi tomber sous les sens.

Je ne puis pas faire palper le temps à mes élèves; je ne puis pas leur faire voir de la force, ni leur faire toucher de la vîtesse. Il faut que je leur apprenne à regarder comme des êtres réels, ou du moins, comme des quantités mathématiques susceptibles d'augmentation, de diminution et de comparaison, ces puissances, ces manières d'être, ces successions d'existence qu'envisage la méchanique.

J'avais remarqué déjà ces difficultés, lorsque

je servais l'état, dans les arsenaux de la marine, et que je voulais donner à nos ouvriers quelques connaissances théoriques; ils comprenaient toujours avec beaucoup plus de facilité les principes et les applications tirés de la géométrie, que les applications et les principes tirés de la méchanique.

Je devais donc craindre, et j'ai craint, je l'avouerai, que la seconde partie de mon cours n'eût pas ce degré de clarté, de simplicité qui semble avoir fait le succès de la première partie. Votre assiduité, Messieurs, votre attention soutenue et pleine d'intérêt, m'ont convaincu que les conceptions les plus abstraites, dont j'avais à vous développer l'enchaînement, ont été bien saisies par vos esprits. Cette conviction a ranimé mon courage; elle m'a permis de poursuivre mon entreprise, en cherchant plutôt à élever mon enseignement qu'à l'abaisser, pour qu'il ne fût pas au-dessous de vos facultés intellectuelles.

Les forces employées aux travaux des arts sont puisées en nous-mêmes ou prises au dehors. Il nous importe avant tout de connaître celles qui nous sont propres.

Parmi les forces de l'homme, les unes appartiennent à la pure intelligence, les autres sont physiques et données par le jeu de nos mem-

bres. Une troisième classe de forces qu'on a peu considérée d'une manière générale, dans ses rapports avec l'industrie, est celle des forces sensitives, c'est-à-dire, des forces employées à faire agir nos sens.

L'homme a les forces sensitives : de la vue, de l'ouïe, du toucher, de l'odorat et du goût.

Tantôt les forces sensitives portent à notre esprit la connaissance des objets extérieurs, de leur position, de leurs mouvements, etc.; tantôt elles portent à nos membres les ordres et les directions de notre volonté, pour produire une action méchanique sur les objets extérieurs, ou pour nous soustraire à l'action de ces mêmes objets.

Chacune de ces forces sensitives est d'une utilité particulière dans une certaine classe d'arts. Par une réciprocité remarquable, les arts ont tous contribué pour ajouter à l'intensité, à la variété, à la perfection de nos forces sensitives.

Les beaux-arts leur ont donné plus d'étendue et de délicatesse.

Les arts libéraux leur ont donné plus de certitude et de sagacité.

Les arts méchaniques leur ont donné plus de rapidité dans l'action et la réaction.

Pour seconder la force de la vue, on a con-

struit le *télescope*, qui nous aide à voir les objets éloignés; la *loupe* et le *microscope*, qui nous aident à voir les petits objets rapprochés.

Nous avons expliqué les services rendus par ces instruments, à la navigation, à l'astronomie, à l'horlogerie, à l'histoire naturelle, etc.

Pour suppléer aux infirmités de la vue, on a fabriqué les lunettes ordinaires qui approchent ou éloignent les objets, les lunettes à verres de couleur, les garde-vues, les transparents, etc. Ces fabrications empruntent leurs moyens d'opérer, soit à la géométrie, soit à la mécanique.

L'art a rendu des services analogues à la force sensitive de l'*ouïe*.

Les cornets acoustiques fournissent le moyen d'entendre à de plus grandes distances.

Nous avons décrit la belle et récente application des cornets acoustiques pour découvrir, par le faible bruit des organes intérieurs, l'état plus ou moins maladif de ces organes.

Nous avons parlé des tuyaux employés à conduire des sons. Nous avons expliqué leur usage pour transmettre des explications et des ordres, dans les diverses parties d'un grand établissement d'industrie.

Le porte-voix aide à nous faire entendre, à

de grandes distances, ou de près, au milieu d'un bruit considérable, comme à bord des navires. Les masques des acteurs de l'antiquité étaient de véritables porte-voix. Le cor de chasse, et le cor des troupes légères, sont employés dans le même but. Les amphithéâtres sont des porte-voix pour l'orateur, et sont des cornets acoustiques pour l'auditeur.

Le sens du toucher, et les autres sens, peuvent être de même aidés par le secours de l'art; nous sommes entrés dans quelques détails à ce sujet.

Les sens doivent être considérés sous un point de vue très-important pour l'industrie; ils sont des *instruments de mesure*.

Les idées de mesure et de comparaison concourent au développement de nos connaissances, depuis le premier âge jusqu'à la vieillesse.

Nous avons ainsi montré comment l'homme le mieux organisé reçoit de l'industrie les moyens d'ajouter à la puissance, à la délicatesse, à l'étendue de ses forces sensitives, par des instruments dont la géométrie et la mécanique déterminent les formes, les dimensions et l'usage.

Les sens mêmes, considérés comme de simples instruments, peuvent être perfectionnés

par une application réfléchie des facultés de notre intelligence.

Le sens de la vue, par exemple, considéré comme instrument de mesure pour la grandeur, pour la forme, la couleur et la distance des corps, est susceptible d'un grand perfectionnement que produit l'exercice méthodique et réfléchi des comparaisons attentives.

Cet exercice nous habitue, par degrés, à juger d'une manière moins imparfaite, les propriétés des corps qui tombent sous le sens de la vue. Une telle habitude est une partie essentielle du talent des élèves qui veulent apprendre le dessin, la peinture, la sculpture, en un mot, tous les arts imitateurs d'objets que nos regards peuvent saisir.

Dans une foule d'arts utiles, on doit fabriquer des produits dont les formes imitent quelques objets de la nature ou d'autres objets déjà façonnés par l'industrie. L'excellence de cette fabrication dépend beaucoup du degré de finesse et d'exactitude acquis par le sens de la vue de l'artiste qui dessine, de l'ouvrier qui exécute, et du chef d'atelier qui inspecte et dirige de tels ouvrages.

Il est donc d'un intérêt général, pour les hommes qui cultivent l'industrie, de s'habituer de bonne heure à perfectionner le sens

de leur vue, afin de le rendre un instrument de mesure qui les dirige dans tous leurs travaux.

Nous avons présenté quelques idées sur la manière dont les maîtres doivent s'y prendre pour perfectionner ainsi le sens de la vue dans leurs jeunes apprentifs. Si comme nous l'espérons, ces préceptes, fondés sur l'expérience et l'observation, peuvent contribuer au développement des facultés de ces adolescents, espoir de notre industrie nationale, cette partie de notre cours n'aura pas été la moins utile, ni celle dont le succès doive le moins nous flatter.

Ce progrès du sens de la vue, qui peut être hâté par une véritable étude, aura pour autre avantage de vous donner une facilité merveilleuse à bien comprendre les figures les plus compliquées des machines et des produits d'industrie fabriqués ou à fabriquer. Quand vous visiterez un établissement d'industrie, votre œil pourra saisir avec rapidité des formes et des méchanismes qui vous seront d'une grande utilité, mais qui vous auraient échappé si votre vue avait été moins habilement exercée. Vous acquerrez plus aisément l'intelligence des descriptions, des dessins et des plans qui vous seront donnés pour servir

de guide à vos travaux; les maîtres seront plus sûrs de voir leurs idées bien saisies, et leurs conceptions bien réalisées; les ouvriers seront plus aptes à comprendre vite et sans peine, à travailler sans se tromper, et à faire bien sans pénibles tâtonnements.

Pour ajouter les avantages de la pratique aux lumières fournies par les préceptes de la théorie, je vous ai beaucoup recommandé l'étude du dessin linéaire. Déjà plusieurs cours se sont ouverts à mon invitation, dans différents quartiers de Paris; d'autres s'ouvriront encore auxquels je tâcherai d'imprimer une direction générale qui vous soit facile et avantageuse; cet enseignement servira beaucoup à rendre le mien utile pour vous. Mais n'anticipons point sur l'explication des vues relatives à l'enseignement de l'industrie; leur exposition terminera cette séance.

Il est des arts dans lesquels il importe beaucoup de pouvoir mesurer, à l'œil, des distances variées. Tels sont les arts de la chasse et de la guerre. Nous avons exposé les moyens les plus rapides et les plus sûrs, pour perfectionner le sens de la vue, dans l'exercice de ces arts.

Les formes et les distances, par leurs combinaisons singulières, produisent quelquefois des illusions contre lesquelles il nous importe

de nous mettre en garde. La géométrie et la méchanique nous fournissent des moyens pour dissiper ces illusions dont la puissance est beaucoup augmentée par le jeu varié des couleurs, des ombres, des reflets, etc.

D'autres fois, au contraire, le but des arts est de plaire à l'homme, en lui procurant d'innocentes illusions qui charment ses sens. Tel est le but de la perspective qui, traçant ses images sur une simple surface, sait, avec des dégradations de formes, d'ombre et de lumière, nous donner l'idée de la grandeur des corps par leur éloignement ou leur rapprochement; et l'idée de cet éloignement, de ce rapprochement, par la grandeur figurée d'objets dont les dimensions sont familières à notre œil. On conçoit à quel point, lorsqu'on doit pratiquer de semblables arts, il importe de rendre plus habile et plus sûr le sens de notre vue, pour en faire un excellent instrument de mesures.

Des peuples entiers perfectionnent de la sorte chacun de leurs sens, et c'est un des progrès les plus remarquables de leur civilisation. Par ce progrès, les œuvres grossières qui, dans un siècle d'enfance, sont regardées comme des chefs-d'œuvre, semblent bientôt après des œuvres imparfaites; plus tard encore, elles sem-

blent ce qu'elles sont en effet, c'est-à-dire, des chefs-d'œuvre de mauvais goût.

Les grands artistes, qui devancent leur siècle, accélèrent le perfectionnement des sens de leurs contemporains. A ce titre ils prennent rang parmi les bienfaiteurs de la civilisation; leurs œuvres les plus frivoles en apparence, acquièrent un caractère d'importance et d'utilité qu'on a peu remarqué, mais qui mérite beaucoup de l'être.

A son tour le public réagit sur les artistes et les oblige à s'élever au-dessus d'eux-mêmes, pour obtenir plus de vérité, d'exactitude, de finesse, de grandeur et de vraie simplicité, à mesure des progrès que font les sens de la partie éclairée du public; seule partie qui décide à la fin l'opinion générale.

Remarquez que cette influence mutuelle et ces services réciproques, du peuple et des artistes, ne doit pas s'entendre seulement au sujet des beaux-arts, mais au sujet de tous les arts dont les produits peuvent s'offrir à nos sens avec une apparence plus ou moins approchée de la perfection.

Il me semble qu'en *présentant les travaux* de l'industrie sous un *tel point de vue*, j'en agrandis l'objet, j'en élève le but, et je rattache même les plus simples, les plus humbles tra-

vaux, à cette marche générale et progressive de tout un peuple, vers un ordre de choses meilleur et plus éclairé; marche qu'on a désignée sous le nom de civilisation.

Après avoir considéré le sens de la vue comme un instrument de mesure des objets en repos, nous l'avons considéré comme un instrument de mesure des objets en mouvement et des espaces parcourus par ces corps, et du temps qu'ils mettent à parcourir ces espaces, et des vitesses avec lesquelles ils les parcourent.

L'industrie retire une foule de services de cette faculté qu'a le sens de notre vue, pour juger si les travaux de chaque atelier s'exécutent dans le temps convenable, avec la vitesse la plus avantageuse, en parcourant les espaces qu'il importe de parcourir. Ici, Messieurs, chefs, sous-chefs de manufactures, et simples ouvriers, vous pouvez, chacun dans le genre de vos fonctions ou de vos travaux, ajouter beaucoup aux moyens que vous possédez pour faire, de votre force et de votre adresse, un emploi fructueux et plein d'intelligence.

Il n'importe pas moins, dans beaucoup d'arts, de former l'œil à bien apprécier l'intensité, la variété des couleurs, et leurs contrastes et leurs harmonies. A cet égard aussi

les sens des peuples se perfectionnent, à mesure que la civilisation s'avance, à mesure que les artistes et le public exercent une influence réciproque pour s'apprendre mutuellement à mieux juger des couleurs et des nuances de plus en plus délicates que nos sens peuvent apprécier.

La plupart des considérations que je viens d'offrir en résumé, par rapport au sens de la vue, s'appliquent de même aux autres sens : nous les avons plus particulièrement développées par rapport au sens de l'ouïe.

Le sens de l'ouïe est propre à mesurer la durée des sons et des silences, l'intensité des sons et du bruit, l'élévation ou l'abaissement des tons.

Nous avons montré par quels exercices on peut faire acquérir au sens de l'ouïe, la faculté de mesurer, avec une exactitude de plus en plus grande, cette durée, cette intensité, cette élévation, cet abaissement des tons.

L'habitude nous permet de juger l'égale durée des sons et des silences, qui sont divisés par intervalles égaux ou dont les rapports très-simples sont facilement appréciables. Par cette habitude, l'oreille devient un guide pour les hommes qui doivent exécuter avec ensemble des mouvements réguliers.

L'art militaire est un de ceux dont les succès dépendent le plus de l'ensemble, de l'ordre, de la régularité des mouvements qu'il faut opérer avec un grand nombre d'hommes. Il offre aussi l'application la plus importante du talent acquis par le sens de l'ouïe, pour diviser le temps en intervalles égaux, et pour exécuter, dans chacun de ces intervalles, des mouvements bien réglés à l'avance.

Nous avons indiqué la différence remarquable qui se trouve entre les soldats tirés d'un peuple déjà policé et d'un peuple barbare encore. Les premiers, ayant leurs sens plus exercés, acquièrent avec beaucoup plus de promptitude le complément d'instruction qu'il faut donner à l'ouïe ainsi qu'à la vue, pour atteindre la perfection qui doit assurer le succès des manœuvres militaires.

Les avantages que l'art de la guerre doit aux habitudes d'ordre, de régularité, d'uniformité qu'il imprime à toutes ses opérations, peuvent être également produits dans les arts civils. Il est très-important que les ouvriers acquièrent aussi des habitudes de bonne conduite, de discipline et de respect de soi-même, inséparables de l'homme qui conçoit un respect fondé sur les convenances de la raison, et sur les bienséances de l'état social,

suivant le rang où chacun de nous se trouve placé.

Il est d'autres avantages qu'on retire de la régularité, de l'uniformité des mouvements élémentaires qu'exigent les travaux de chaque branche d'industrie. Chaque ouvrier, en s'y conformant, n'a qu'un même degré de force à dépenser durant des temps d'égale durée; sa fatigue est régulière, et, par-là, moins accablante.

Dans les arts méchaniques, un des grands avantages de la division du travail, est de réduire au moindre nombre possible, les mouvements divers exécutés par chaque ouvrier. En répétant ces mouvements élémentaires, l'ouvrier acquiert bientôt une habitude, un entraînement de régularité, d'uniformité qui lui permet d'imprimer à son labeur un grand degré de vitesse. Ce principe nous explique les résultats prodigieux de quelques arts où le travail, très-divisé, permet d'obtenir une accélération considérable dans les mouvements exécutés par les ouvriers. On a cité pour exemple l'art de l'épinglier, et nous avons développé cet exemple, afin de rendre sensibles nos idées à ce sujet.

Des principes que nous avons posés sur l'accélération des mouvements simples confiés à

chaque ouvrier, nous avons déduit quelques règles qui devront guider les chefs d'ateliers et de manufactures, dans la division des diverses opérations dont se compose un même art.

Un autre avantage de la division du travail, poussée très-loin, c'est de donner les facilités les plus grandes pour exécuter isolément, avec des machines, la plupart des mouvements élémentaires qui constituent chaque procédé d'industrie. Le jeu de ces machines, en le combinant avec l'action manuelle des ouvriers, produit ce degré de perfection qu'on remarque dans quelques-uns des plus grands établissements.

Nous avons justifié les arts méchaniques du reproche qu'on leur fait, de réduire le travail de chaque ouvrier au retour d'un nombre borné de mouvements stupides. Nous avons montré que chez un peuple où l'industrie est très-perfectionnée, et le travail très-divisé, le nombre relatif des individus dont l'intelligence est très-exercée, et par conséquent très-développée, surpasse de beaucoup celui des individus qui leur sont comparables chez les nations dont l'industrie est moins avancée, et qui possèdent beaucoup moins de machines.

En passant aux applications relatives à la

musique, nous avons remarqué combien la succession des sons plus ou moins rapides exerce sur nous d'impressions variées, qui produisent des effets très-remarquables : nous en avons donné l'idée.

Les sons pouvant avoir différents degrés de force, sont par là susceptibles de produire des effets non moins importants et variés; ces degrés donnent l'idée de la distance plus ou moins grande qui nous sépare du lieu d'où nous jugeons que les sons émanent. Ainsi, par la force des sons, l'ouïe devient pour les distances un instrument de mesure, et l'exercice peut perfectionner cet instrument. C'est encore un apprentissage de nos sens.

Enfin, dans la musique, dans le langage habituel, et dans les espèces de déclamations ou cantilènes spécialement adoptées pour le théâtre, la chaire et le professorat, l'ouïe distingue et mesure des nuances très-variées dans l'élévation et l'abaissement des tons : indépendamment de leur force plus ou moins grande, et de leur succession plus ou moins rapide.

Chez le même peuple, qui sort de l'état barbare, et qui s'avance par degrés vers la civilisation, le sens de l'ouïe devient, dans l'ensemble des individus dont il se compose,

un instrument de mesure moins imparfait pour la durée, la force et l'intensité des sons. Vous avez vu quels progrès dans la musique, la déclamation, et même l'art d'écrire, accompagnent ces progrès de nos sens.

Nous avons montré les avantages du silence, dans beaucoup de manufactures; et nous avons cité comme exemple les ateliers de l'Angleterre. Le silence n'est pas seulement une marque de respect et de discipline dans les professions militaires, c'est un moyen d'obtenir l'attention, l'ensemble et les grands effets qui sont les moyens et le but de l'art de la guerre.

Il est quelques arts où beaucoup d'hommes ayant à produire, de concert, des mouvements brusques, il faut que la voix indique l'instant précis où chaque mouvement doit être produit.

Après avoir considéré les sens comme des instruments de mesure approximatifs, je me suis attaché dans mon cours à développer tous les avantages d'un bon système de mesures matérielles.

L'ancien système des mesures françaises renfermait de nombreux inconvénients, par la complication, par l'irrégularité des subdivisions, par les disparates que présentaient les noms donnés à des subdivisions analogues. Ce

qui augmentait encore de tels inconvénients, c'est que les mesures de même nature étaient différentes pour les diverses parties de la France, et souvent présentaient de semblables disparates en des territoires très-circonscrits.

On a conçu la pensée de substituer à ce système incohérent, un système simple, uniforme, facile dans ses divisions et dans ses calculs. On a pris pour base de ce système, une longueur égale à la dix-millionième partie de la distance du pôle à l'équateur, mesurée sur la surface de la terre, suivant la direction du méridien.

Cette unité de longueur est le *mètre*, qui correspond à 3 pieds 11 lignes 296 millièmes d'une ligne.

Le mètre se subdivise en dix *décimètres*, cent *centimètres*, mille *millimètres*, et ainsi de suite.

Le mètre peut former les mesures composées suivantes : le *décamètre* égal à dix mètres, *l'hectomètre* égal à cent mètres, le *kilomètre* égal à mille mètres, le *myriamètre* égal à dix mille mètres.

Ces subdivisions de l'unité principale ont ce grand avantage qu'on peut, à volonté, prendre l'une d'elles pour unité de mesure, écrire les nombres qui se rapportent à des unités supé-

rieures, au rang des dixaines, des centaines, des mille qui leur correspondent; écrire les divisions qui sont inférieures, comme des nombres décimaux, au rang des dixièmes, des centièmes, des millièmes, etc., et n'opérer plus que sur un nombre unique: chose qu'il est impossible d'exécuter sans réductions extrêmement longues, dans l'ancien système des poids et mesures.

Après avoir fait connaître tout ce qui concerne les mesures de longueur, nous avons parlé des mesures de superficie. Elles ont pour unité l'*are*, c'est un quarré dont le côté égale dix mètres. On distingue l'hectare, qui contient cent ares ou dix mille mètres carrés; c'est la mesure qu'on emploie pour remplacer l'ancien arpent.

En passant aux mesures de solidité, nous avons défini le *stère* ou mètre cube, le *décastère* qui contient dix stères, le *décistère* et le *centistère* qui sont respectivement un dixième et un centième du stère.

Nous avons ensuite parlé du *litre* ou décimètre cube, employé comme mesure de capacité. Il présente pour unités supérieures; le *décalitre*, qui contient dix litres; l'*hectolitre*, qui en contient cent; le *kilolitre*, mille; et le *myrialitre*, dix mille. Les subdivisions du litre

sont, à l'ordinaire, le *décilitre* ou dixième de litre, le *centilitre* ou centième de litre; et ainsi de suite.

La mesure des poids a le *gramme* pour unité. C'est le poids d'un centimètre cube d'eau distillée, réduite à sa plus grande densité, avant la congélation. Les divisions inférieures du gramme sont, le *décigramme*, ou dixième, le *centigramme*, ou centième, le *milligramme*, ou millième du gramme; les unités supérieures sont le *décagramme*, l'*hectogramme*, le *kilogramme* et le *myriagramme*, respectivement égaux à dix, cent, mille et dix mille grammes.

Afin de compléter le tableau des mesures décimales, nous avons parlé de la mesure qu'on avait proposée pour la division du temps, pour la division des anciennes vingt-quatre heures en deux parties de dix nouvelles heures; de ces heures en cent minutes; de ces minutes en cent secondes, etc.

On avait également proposé de réformer le calendrier, et de diviser l'année en douze mois de trente jours, avec cinq jours complémentaires. C'était le système des Égyptiens, adopté par Athènes, colonie de l'Égypte.

Le dernier genre de mesures dont nous vous avons entretenus, est celui qui donne la

valeur mercantile des choses, c'est-à-dire, la monnaie. En regardant la monnaie comme l'espèce de mesure propre à représenter la valeur des forces employées par la méchanique, on est conduit à des considérations importantes pour l'industrie; je vous les ai développées dans toute leur étendue.

Passant des mesures matérielles aux forces mesurables matériellement, j'ai consacré, à l'examen des forces physiques de l'homme, une leçon spéciale. Votre attention s'est fixée sur la portion de ses forces qu'il emploie à des travaux utiles. Cette portion ne peut être dépensée que par intervalles. Le repos et le sommeil doivent réparer une telle dépense, pour mettre l'homme en état de soutenir de nouvelles fatigues. Je vous ai présenté des observations qui me semblent pour vous d'un extrême intérêt, sur les moyens d'ajouter beaucoup à votre force, par une nourriture plus réglée, plus abondante, surtout en matières animales. Je vous ai cité l'exemple des ouvriers d'Angleterre qui parviennent à produire des résultats beaucoup plus grands et plus lucratifs soit pour eux, soit pour leurs maîtres, par l'effet d'une pareille nourriture.

Passant de ces généralités à des actes spéciaux, nous avons commencé par examiner

l'emploi des forces de l'homme dans la marche.

Il est essentiel de considérer le degré de vitesse plus ou moins grand que l'homme est susceptible de prendre et de conserver régulièrement, lors d'une marche continue.

Chaque jour, un homme de force moyenne peut parcourir sans épuisement, s'il n'a rien à porter, 50 kilomètres en huit heures et demie de marche effective. On calcule alors qu'il transporte, en comptant son propre poids et celui de ses effets, 3,500 kilogrammes à un kilomètre de distance.

Nous avons soigneusement comparé la longueur et la vitesse du pas militaire, dans l'armée française et dans l'armée anglaise, ainsi que dans l'ancienne armée romaine. Ces rapprochements nous ont fait entrevoir des perfectionnements possibles et très-importants à produire, dans la partie de l'exercice de nos troupes qui se rapporte à la marche.

Après avoir supposé que l'homme dût se transporter avec une charge très-peu considérable, nous l'avons supposé chargé de tout le poids qu'il peut porter d'une manière utile. Nous avons vu qu'un porte-faix qui va chargé et revient à vide, transporte dans sa journée, sans compter son propre poids, 816 kilogrammes à un kilomètre de distance. Le colporteur, dont la marche est

continue, et dont la charge est moins pesante, produit un effet utile qu'on peut représenter par 880 kilogrammes transportés à un kilomètre.

Si l'on ajoute, à chacun de ces effets utiles, le poids de l'homme multiplié par la distance qu'il parcourt, on trouve que le total exprimant la quantité d'action journalière est d'autant moins considérable, que l'homme ajoute à son propre poids une charge plus grande.

Une recherche pleine d'intérêt est celle de la charge la plus avantageuse qu'un homme puisse prendre pour produire dans sa journée le plus grand effet utile. La géométrie fournit les moyens de parvenir à la découverte de cet effet le plus utile, en représentant, par des lignes, les effets variés qui correspondent à des charges données.

Je vous ai fait remarquer que, dès l'instant où l'on s'approche de l'effet le plus utile, on peut augmenter ou diminuer assez sensiblement la quantité de la charge, sans que le résultat obtenu diffère, en proportion, de l'effet réellement le plus utile.

Cette propriété des valeurs les plus avantageuses est précieuse pour l'industrie; parce qu'elle donne le moyen de choisir la charge qui convient le mieux à chaque espèce de tra-

vaux, tant qu'on ne s'éloigne pas trop des valeurs qui doivent réellement correspondre à l'effet le plus utile.

Après avoir considéré les résultats produits par la marche de l'homme chargé ou non chargé, lorsqu'il chemine sur une route horizontale, nous avons supposé que la route fût inclinée.

Nous avons vu qu'alors, la manière la moins avantageuse de produire un effet utile, est de charger l'homme du fardeau qu'il doit transporter. On obtient une économie très-considérable, en faisant monter à vide l'homme dont on veut employer la force, puis en le faisant descendre comme un contre-poids, afin d'élever le fardeau qu'il s'agit de transporter. C'est un exemple simple et frappant, des moyens que fournit la méchanique pour obtenir de plus grands résultats que par l'application immédiate de la force de l'homme à ces mêmes transports.

Nous avons comparé le tirage des chevaux au pas simple comme dans le roulage, au trot et au galop comme dans les diligences et la poste.

Nous avons fait un rapprochement sur lequel nous avons appelé votre attention. A mesure que les arts se perfectionnent dans un pays, le transport des voyageurs et celui des produits livrés au commerce, y deviennent de plus en plus rapides.

On observe, chez les peuples plus ou moins civilisés, que la rapidité des transports et surtout leur régularité sont plus ou moins avancées, en proportion de cette même civilisation.

J'ai présenté le tableau général et comparé des ressources de la France et de l'Angleterre, en animaux domestiques. Pour un même nombre d'hommes, le nombre correspondant de chevaux, de bœufs, et de bêtes à laine est plus que double en Angleterre, de ce qu'il est en France. Par conséquent, la quantité de viande de boucherie consommée par les Anglais est, pour chaque individu, plus que double de la quantité consommée par des Français. De même, la quantité des peaux, des toisons et de toutes les parties animales qui servent de matière première à diverses branches de l'industrie, sont proportionnellement plus que doubles en Angleterre. Il en est de même des engrais animaux qui servent à l'agriculture. Une plus grande quantité de terrains cultivés en prairies donne plus de valeur aux terrains consacrés à la culture des céréales destinées pour la nourriture de l'homme : autre objet important, surtout en France, où ces céréales sont maintenant au-dessous du juste prix qu'elles devraient avoir pour que l'agriculture ne fût pas dans la détresse.

Cette comparaison nous montre quelle prospérité nouvelle il est possible d'obtenir pour la France, en augmentant le nombre et la qualité des animaux que nous avons examinés.

Nous avons présenté quelques observations sur l'importance du bon traitement des animaux, en considérant cette question sous le simple point de vue des avantages positifs, matériels, de l'industrie; puis, sous le point de vue plus important encore de la morale et de l'humanité.

Passant ensuite aux principes généraux du mouvement de la matière animée ou inanimée, nous avons exposé l'ensemble des lois élémentaires qui régissent le mouvement des corps.

Un corps en repos y reste, si nulle force n'agit pour le déplacer.

Un corps en mouvement continue ce même mouvement, sans changer de direction ni de vitesse, si nulle force n'agit pour produire un tel changement. Tel est le mouvement uniforme.

En considérant l'action de plusieurs forces sur un même corps, nous avons supposé d'abord qu'elles agissaient suivant une même ligne droite et dans le même sens. Alors leur effet est représenté par celui d'une force unique égale à leur somme. Si deux forces agissaient en sens

contraires, mais toujours suivant la même ligne droite, leur effet serait celui d'une force unique égale à leur différence.

On appelle inertie la résistance que les corps présentent lorsqu'une force agit pour les faire passer de l'état de repos à l'état de mouvement, ou d'un degré de mouvement, c'est-à-dire de vitesse à un degré de vitesse plus considérable.

Il est essentiel de bien connaître les effets de l'inertie qui sont relatifs aux machines, afin de prévenir un brisement qui serait inévitable, si, dans ces machines, on transmettait trop brusquement de la force pour faire passer certaines parties, de l'état de repos à l'état de mouvement, ou d'un certain degré de vitesse à un degré plus considérable.

Nous avons examiné la différence essentielle de la quantité de forces nécessaire pour mettre en mouvement un corps qui serait supposé libre de tout obstacle, de tout frottement, de toute résistance; et la quantité de forces nécessaire pour donner un mouvement continu aux machines employées par l'industrie. Dans le premier cas, une force unique imprimant une fois pour toutes son action, communique un mouvement qui doit se conserver éternellement et toujours le même.

Dans le second cas, la force imprimée afin

de vaincre l'inertie du corps et de le mettre en mouvement, est beaucoup moins considérable que la quantité d'action qu'il faut ajouter, à chaque instant, pour remplacer la partie de forces perdues par l'effet des obstacles, des frottements, des résistances de toute espèce, inévitables dans les travaux que nous exécutons.

Cette différence a des conséquences essentielles pour l'évaluation des résultats obtenus à l'aide des machines, et des sommes à dépenser pour obtenir ces résultats.

Après avoir considéré les forces comme dirigées suivant une même ligne droite, nous avons supposé qu'elles agissaient suivant des lignes droites différentes mais parallèles.

Alors, si les forces ont la même direction, elles produisent le même effet qu'une force unique égale à leur somme.

Si elles sont dirigées en sens contraires, elles produisent le même effet qu'une force unique égale à la somme des forces dirigées dans un sens, moins la somme des forces dirigées dans le sens opposé: la plus petite somme étant retranchée de la plus grande.

La théorie des forces parallèles est une des plus importantes pour l'industrie, et des plus fécondes en applications.

La force unique ou résultante d'un nombre quelconque de forces parallèles appliquées aux divers points d'un corps, passe toujours par un même point situé dans ce corps, quelque direction qu'on suppose aux forces parallèles, pourvu que chacune de ces forces ne cesse pas d'agir sur le même point du corps. Ce point très-remarquable, est ce qu'on appelle le centre de gravité : en considérant chaque partie des corps comme animée d'une force de pesanteur dont la direction est parallèle à la verticale, direction qui change par rapport aux diverses lignes tracées dans le corps, chaque fois qu'on fait tourner ce corps d'une quantité plus ou moins considérable.

La connaissance du centre de gravité des corps est indispensable à plusieurs arts très-importants, à la construction des vaisseaux, à la navigation, et à beaucoup d'autres branches d'industrie. Elle est utile aux principes de la marche des hommes chargés ou non chargés, aux équilibres des diverses espèces de danse, à la peinture, et surtout à la sculpture, etc.

Passant enfin au cas le plus général, nous avons supposé plusieurs forces appliquées au même point d'un corps, mais n'ayant pas la même direction. Nous avons vu qu'alors, si l'on

représente la grandeur et la direction de chaque force par une portion de ligne droite, si l'on place bout à bout ces différentes portions de lignes droites sans changer leur direction ni leur longueur, et si l'on joint les deux bouts extrêmes par une autre ligne droite, elle représente en grandeur, ainsi qu'en direction, une force unique laquelle produirait exactement le même effet que l'ensemble de toutes les forces primitives. Ce moyen très-simple a l'avantage de fournir aux artistes un moyen géométrique de figurer exactement l'effet produit par un nombre quelconque de forces dirigées d'une manière quelconque dans l'espace, pourvu qu'elles passent par un même point.

Toutes les fois que plusieurs forces, agissant ensemble, n'ont point la même direction, leur résultante est toujours moindre que leur somme; parce que la ligne droite qui représente cette force unique, est plus courte que la ligne brisée qui, se terminant aux deux bouts de cette droite, représente l'ensemble des forces composantes.

Il en résulte qu'on doit tendre, dans tous les travaux de l'industrie, à diminuer l'angle que forment entre elles les forces composantes, pour les rapprocher autant que possible du parallélisme.

Ce précepte bien simple, s'il était suivi dans tous les détails de chaque branche d'industrie, produirait des économies de la plus grande importance.

D'après cela, quand un nombre quelconque de forces agissent sur un corps, la résultante de ces mêmes forces ne peut, dans le cas le plus avantageux, être égale qu'à la simple somme de ces forces, tandis qu'en beaucoup d'autres cas, elle est moindre que cette somme. Il est donc impossible à la méchanique de trouver des combinaisons où la résultante surpasse l'effet produit par la somme des composantes.

Ainsi la méchanique ne peut point ajouter aux forces qui sont mises à sa disposition. Tout ce qu'elle peut faire, c'est de les économiser par des dispositions ingénieuses, et d'en perdre le moins possible.

Nous avons appliqué ces principes généraux à l'examen de l'équilibre et du mouvement des machines simples; nous avons commencé par les cordes. Nous les avons supposées, pour plus de facilité, parfaitement flexibles, inextensibles et sans pesanteur.

Nous avons supposé qu'une ou plusieurs forces soient appliquées à chaque extrémité d'une corde tendue en ligne droite; nous avons

trouvé, par la règle simple de la composition des forces, la valeur d'une force unique appliquée à chaque extrémité de cette corde, et représentant l'effet de toutes les forces composantes. Dans le cas de l'équilibre, les forces appliquées à chaque extrémité de la corde doivent avoir la direction même de cette corde supposée tendue en ligne droite. La rupture aura lieu dans celui de ses points, où la résistance de la corde n'excédera pas la différence des deux forces qui agissent respectivement à chaque extrémité de la corde. Tel est le principe des machines employées pour rompre les cordages, afin de connaître la résistance dont ils sont susceptibles.

Nous avons présenté comme application la sonnerie des cloches, et celle des moutons qui servent à battre les pieux.

Nous avons supposé qu'une même corde fût tirée en d'autres points intermédiaires, ainsi qu'à ses extrémités, par un nombre quelconque de forces; nous avons déterminé les conditions d'équilibre d'un pareil système.

Il est un cas simple et remarquable par ses résultats, c'est celui dans lequel les forces appliquées aux divers points intermédiaires sont parallèles entre elles. Ce cas a trouvé récemment une grande et belle application dans la

structure des ponts en chaînes de fer ou ponts suspendus. Nous avons fait connaître les conditions d'équilibre de ce système de ponts, système dont nous avons donné l'historique.

Lorsqu'une corde est suspendue par ses deux extrémités, elle prend la figure d'une courbe appelée chaînette. Nous avons expliqué diverses propriétés de cette courbe, dont la connaissance importe à plusieurs branches de l'industrie.

Les propriétés de l'équilibre des cordes sont applicables à l'emploi des câbles de chanvre et des câbles de fer, dont on se sert pour tenir les vaisseaux à l'ancre. Elles sont également applicables à la station et au jeu des cordages nombreux qui composent le gréement d'un navire. Dans les beaux-arts, elles sont applicables à l'équilibre et au jeu des instruments à cordes.

En supposant qu'une corde soit tenue par un bout, que l'autre bout porte un poids auquel on imprime un mouvement; ce poids, retenu par la corde, décrit un cercle autour du point fixe. Nous avons examiné la propriété de ce mouvement circulaire, en déterminant le rapport des forces remarquables qu'on a nommées *force tangentielle*, *force centrifuge*, et *force centripète*. La connaissance de ces for-

ces est indispensable à l'examen des machines qui présentent des mouvements circulaires.

Le levier est une machine simple formée par une ligne droite, qu'on suppose inflexible, et qui peut tourner autour d'un de ses points qu'on suppose fixe et qu'on nomme point d'appui. La puissance est appliquée en un second point du levier, et la résistance en un troisième. La puissance produit un effet proportionnel à sa distance du point d'appui; la résistance produit un effet proportionnel à sa distance du même point d'appui; enfin le levier est en équilibre, quand les deux forces agissent en sens contraires, et quand le produit de chacune d'elles, par sa distance au point d'appui, présente la même valeur.

On distingue trois espèces de leviers : dans la première espèce, le point d'appui se trouve entre les deux forces.

Dans la deuxième, il se trouve en dehors des deux forces et du côté de la résistance.

Dans la troisième, il se trouve en dehors des deux forces; mais du côté de la puissance.

Chacune de ces espèces de leviers est propre à produire des effets d'un certain genre; nous les avons fait connaître.

Une application très-utile de l'équilibre du levier, est la théorie des balances et des

romaines ou pesons. Nous avons fait voir quelles conditions on devait remplir pour que des balances et des romaines eussent le degré d'exactitude nécessaire aux pesées; et par quels moyens on pouvait découvrir la fausseté de ces instruments.

Nous avons placé la poulie au troisième rang des machines simples. Elle se compose d'une roue circulaire, creusée en gorge sur son contour, d'un essieu qui passe par le centre du rouet, enfin d'une chappe pour tenir les extrémités de l'essieu et pour embrasser le rouet.

La poulie est fixe ou mobile suivant que son rouet seul peut se mouvoir, ou que son rouet, son essieu et sa chappe se meuvent en même temps. Nous avons donné les conditions d'équilibre de ces deux espèces de poulies *.

* Lorsqu'une corde passe sur la gorge du rouet d'une poulie fixe, et se trouve saisie d'un côté par la puissance, de l'autre par la résistance, ces deux forces doivent toujours être égales, pour se faire équilibre. Dans la poulie mobile, une des extrémités de la corde est attachée à un point fixe; l'autre extrémité peut être saisie par la puissance, tandis que la résistance est attachée à la chappe de la poulie; ou bien la résistance peut agir à l'extrémité libre de la corde, tandis que la puissance agit sur la chappe. Pour les deux cas, si l'on ajoute à ces deux forces la tension éprouvée par le bout de la corde qui tient au point fixe, il faut que ces trois forces

Nous avons fait connaître les systèmes variés de poulies composées ou mouffles. Les unes ont plusieurs rouets sur le même essieu, les autres plusieurs essieux sur la même chappe.

Enfin les poulies simples et les poulies composées peuvent se combiner entre elles de beaucoup de manières. Dans tous les cas, on déterminera facilement le rapport de la puissance à la résistance : 1°. en supposant qu'un mouvement très-petit doive être produit dans le système en équilibre ; 2°. en voyant quel est le rapport de l'espace parcouru par la puissance avec l'espace parcouru par la résistance. Si l'on multiplie respectivement chaque force par l'espace qu'elle aura parcouru, l'état d'équilibre exige que les deux produits soient égaux. Ainsi dans l'emploi des poulies, l'on perdra toujours en espace parcouru ce que l'on gagnera du côté de la force ; réciproquement l'on gagnera du côté de l'espace ce que l'on perdra du côté de la force.

Les poulies en elles-mêmes, par toutes leurs combinaisons imaginables, ne peuvent donc

agissent sur l'essieu de la poulie, de manière à rester en équilibre, et par conséquent à ce que le parallélogramme formé par deux d'entre elles représentées par des lignes droites, ait pour diagonale la troisième force également représentée par une ligne droite.

produire aucune quantité d'action plus grande que la quantité primitivement employée. Il faut au contraire déduire les pertes de force qui résultent des résistances, des frottements, des obstacles de toute espèce.

Nous revenons sans cesse à cette conclusion que je m'efforce de vous présenter sous toutes les faces, savoir : qu'il est impossible à l'homme, par aucune combinaison méchanique, d'obtenir des résultats équivalents à l'effet d'une ou de plusieurs forces plus grandes en somme que celles qui sont à sa disposition.

Dans la quatrième espèce de machines simples, le treuil ou cabestan, la puissance agit sur la circonférence d'une roue; tandis que la résistance agit sur l'extrémité d'une corde enroulée autour d'un cylindre ayant le même axe.

Le cylindre, lui-même, a deux tourillons qui sont portés sur des points fixes. L'effet de la puissance est proportionnel au rayon de la roue; l'effet de la résistance est proportionnel au rayon du cylindre; enfin la machine est en équilibre, quand ces deux produits sont égaux, et quand la résistance agit en sens contraire de la puissance.

On distingue plusieurs espèces de treuils, suivant les manières variées dont la puissance est appliquée à la machine. Tantôt ce sont des

hommes qui agissent en même temps avec leurs mains et leurs pieds, en montant sur des chevilles plantées de droite et de gauche du contour de la roue : tels sont les treuils employés pour élever les blocs tirés des carrières, aux environs de Paris. Tantôt la puissance est appliquée à l'extrémité d'une corde qui enveloppe le contour de la roue.

Quelquefois cette roue est un tambour dans lequel on introduit des hommes qui s'avancent toujours dans le même sens, et tendent à monter le long de la partie circulaire du tambour; tandis que leur poids tend sans cesse à les faire descendre et à les ramener au même point. D'autres fois, le tambour qui forme la roue est extérieurement garni de marches sur lesquelles posent les pieds des hommes dont les mains sont tenues à une tringle fixe, indépendante du système. Telles sont les roues à marches, employées depuis quelque temps avec beaucoup de succès, dans les prisons d'Angleterre, pour arracher à l'oisiveté les prisonniers, en leur donnant une occupation facile et qui n'exige aucun apprentissage.

Le cabestan ne diffère du treuil, que par la direction de son axe qui est verticale, tandis que la direction de l'axe du treuil est horizontale.

Les cabestans présentent beaucoup de variétés dans les détails de leur structure. On en fait un grand usage dans une foule d'arts; particulièrement dans la marine, à bord des vaisseaux, et sur les chantiers des arsenaux. Nous sommes entrés, à cet égard, dans plusieurs détails essentiels.

Nous avons ensuite expliqué la transmission des mouvements d'un treuil à l'autre ou simplement d'une roue à une autre, d'abord par des lanières, ensuite par des engrenages.

Nous avons montré quelle doit être la structure et la forme des roues dentées, dans les différentes circonstances que présentent les besoins de l'industrie.

Nous avons examiné le jeu des roues dentées attachées à des chariots qui vont sur des chemins en fer.

Nous avons ensuite apprécié l'action des roues dentées, engrenées sur d'autres roues dentées ou sur des pignons : système applicable à l'horlogerie.

Le cric est une application très-simple de l'engrenage des roues et des lignes droites dentées.

Dans les machines que nous avons étudiées jusqu'à présent, il en est, comme les cordes, qui peuvent n'avoir aucun point fixe : il en est,

comme le levier et la poulie, qui présentent un seul point fixe : il en est, comme le treuil et le cabestan, qui présentent deux points fixes.

Il est d'autres systèmes de méchanique, dans lesquels on trouve trois points fixes. Tels sont les plans fixes, horizontaux ou inclinés. Lorsqu'un corps pesant est posé sur un plan incliné, il a besoin d'être retenu par une force extérieure, pour que son poids ne l'entraîne point du haut en bas, en le faisant glisser le long de ce plan incliné. Nous avons déterminé quelle doit être cette force, suivant qu'elle agit horizontalement, ou parallélement à la plus grande pente du plan incliné, d'après la connaissance de cette même pente.

Nous avons démontré la condition de l'équilibre d'un corps poussé contre un plan fixe, par plusieurs forces diversement dirigées. En supposant que les plans soient alternativement horizontaux ou inclinés, nous avons cherché la condition de stabilité des corps qui, posés sur des plans fixes, sont soumis à l'action de la pesanteur.

Les principes généraux développés ainsi trouvent des applications nombreuses dans l'équilibre et le mouvement des voitures, et dans la meilleure forme qu'on puisse donner aux routes.

Nous avons terminé l'examen de l'équilibre

et du mouvement des machines simples, en vous expliquant la vis et le coin, ainsi que leur application aux arts.

Dans cet examen nous avons supposé que les machines agissent libres de toute espèce de résistances. Mais tel n'est point le cas de la nature. Pour nous y replacer, nous avons examiné l'intensité des frottements qui détruisent à chaque instant une partie de l'effet des machines, quand elles sont en mouvement. Nous avons expliqué la belle théorie du frottement des machines simples, donnée par Coulomb.

Tel est le cercle des principes et des applications de méchanique, parcouru dans la seconde partie de nos leçons. Jetons un regard sur la première partie, et sur l'ensemble de cet enseignement.

Pour rendre mon cours d'une utilité plus générale, j'ai supposé que vous ne possédiez pas d'autre connaissance préliminaire que les quatre premières règles de l'arithmétique. En partant de ce point, je vous ai successivement expliqué les théorèmes principaux de la géométrie et de la méchanique. Les propriétés de la ligne droite et des figures terminées par des lignes droites; celles du cercle, de l'ellipse, de la parabole et de l'hyperbole; celles des plans, et la mesure des surfaces planes; celles des sur-

faces courbes, telles que le cône, le cylindre; la sphère, les surfaces développables et les surfaces de révolution; les solides terminés par des plans, tels que les prismes et les pyramides; enfin la mesure des solides terminés par des plans et des surfaces courbes.

Chaque méthode fournie par la géométrie pour décrire ces lignes, ces plans, ces surfaces, et pour former ces solides, nous a fourni, relativement aux principales branches d'industrie, des moyens multipliés de constructions et d'opérations. Partout nous avons vu quelle variété, quelle facilité, quelle précision les méthodes géométriques peuvent donner aux arts dans lesquels il faut exécuter des mouvements où les espaces à parcourir ont une figure déterminée, et fabriquer des produits d'industrie dont la forme est pareillement déterminée.

Je viens de résumer le système des principes et des applications de la méchanique aux diverses branches de l'industrie.

Voilà ce que vous avez écouté et compris; voilà le cercle que vous avez parcouru, en partant d'un point où vous aviez tout à étudier. Cinq mois vous ont suffi pour embrasser un tel ensemble de vérités abstraites et de connaissances d'application. Et, pourtant, combien de personnes croient que la classe ouvrière peut à

peine s'élever aux plus humbles connaissances, et doit rester à jamais dans cette ignorance forcée!.... Puissé-je, en citant votre exemple, ouvrir leurs yeux à la lumière de la vérité!

Je me suis attaché surtout, dans mon cours, à vous présenter les vues qui m'ont paru les plus propres à vous rendre supérieurs à vous-mêmes, au physique ainsi qu'au moral.

Je vous ai montré les moyens d'ajouter à la précision, à la vivacité, à l'étendue des observations, des mesures faites par vos sens, et rendues fructueuses par un sage esprit de comparaison et de réflexion. Ce perfectionnement de vos sens, malgré son importance, ne suffisait pas seul aux besoins de vos travaux.

J'ai tâché de vous faire apprécier l'extrême utilité d'une exactitude rigoureuse dans la détermination des étalons, des bases, des échelles, des mesures d'après lesquelles vous devez exécuter vos machines, vos outils et les produits de vos arts.

Relativement à la forme, à la qualité, au prix des outils, je vous ai donné des préceptes. J'ai fortifié ces préceptes par l'exemple du soin qu'apportent les ouvriers d'un peuple rival en industrie, à tout sacrifier s'il le faut pour se procurer des outils qui réunissent la solidité qui les rend durables, à la bonté de la matière,

de la trempe, de la forme, qui leur fait produire un plus grand effet, lorsqu'on les met en action avec une quantité de force déterminée.

Avant le secours que l'ouvrier peut tirer de la perfection des instruments qu'il emploie, j'ai dû placer le secours qu'il peut tirer de lui-même au moyen de son intelligence.

Je vous ai montré combien chaque ouvrier peut ajouter aux effets de sa force corporelle, par les leçons de l'expérience, et par celles de l'enseignement, qui n'est à bien dire qu'une expérience communiquée; en faisant un usage plus adroit, plus intelligent, plus judicieux de son corps, de ses membres et de ses outils.

Je vous ai signalé quelques moyens d'ajouter à votre force corporelle, par un système de vie mieux entendu, plus régulier; par une nourriture plus abondante en substance animale : sans oublier néanmoins les règles de la sobriété.

J'ai joint à ces règles quelques conseils sur l'esprit d'ordre qui économise nos forces ainsi que nos richesses, esprit sans lequel il n'est pas de prospérité durable dans l'industrie; sur la discipline qui doit régner dans les ateliers; sur la bonté, sur l'humanité qui doivent honorer le caractère des supérieurs; sur le respect et sur l'attachement qui

doivent embellir l'obéissance des inférieurs. Par-là règnent, dans les ateliers bien organisés, la bienveillance mutuelle, la concorde des esprits, si nécessaire à l'ensemble des travaux d'un grand établissement, et la satisfaction générale qui ajoute au bien-être de la vie dans chacun des individus.

Puissent de tels préceptes rester à jamais gravés dans les cœurs des maîtres et dans les cœurs des ouvriers! puissent, pour fruit de mes leçons, les uns rentrer dans leurs ateliers, plus bienveillants envers leurs inférieurs; les autres plus reconnaissants et plus soumis envers leurs supérieurs! Tous, enfin, plus amis des vertus qui font l'honneur et le charme des relations sociales!

Dites-vous sans cesse à vous-mêmes que dans les travaux de l'industrie, comme dans les actions de la vie, il ne suffit pas du talent et de l'habileté; dites-vous que les qualités les plus brillantes de l'esprit, de l'adresse et de l'expérience ne sont rien sans les qualités morales qui font honneur à l'homme, et qui le tirent de l'égoïsme pour le rendre utile à ses semblables. Dans la plus humble situation de la vie, chacun de nous peut encore être bienfaisant; faire illusion même à son indigence, en exerçant ces vertus de l'humanité, qui placent

notre espèce au-dessus de tous les êtres de la création. Le moindre ouvrier peut avoir un apprentif; lui rendre faciles et douces les leçons de son métier; lui donner en outre des leçons de probité, de bonté, de courage, de patience; et former un homme aussi vertueux que pourrait le faire tel précepteur en titre, largement payé dans la plus grande maison. Quand vous remplirez cette tâche honorable, rappelez-moi quelquefois à votre pensée; et si jamais vous étiez tentés de traiter vos apprentifs avec colère, ou mépris, ou dureté, demandez-vous si vous oseriez vous conduire ainsi sans rougir, en ma présence, ou devant aucun de ceux qui, comme vous, me font l'honneur d'assister à mon cours.

Ah! j'obtiendrais le plus beau prix de mon travail et de mon zèle, si l'on pouvait déjà, si du moins l'on pouvait un jour distinguer les hommes qui ont suivi mes leçons, à la dignité de leur vie, à l'excellence de leur caractère, à la sagesse de leur conduite. Je demanderais ensuite, mais plus tard, s'ils se distinguent aussi par la fertilité des ressources de leur esprit, de leur savoir et de leur expérience, par le secours plus intelligent qu'ils tirent de leurs sens et de leurs membres, de leurs outils et de leurs machines.

Vous le voyez, messieurs, j'attends beaucoup

de vous; parceque je sais qu'en vous est le germe fécond et généreux, des plus grands, des plus nobles progrès. Accomplissez mes espérances; vous vous rendrez heureux, et vous vous élèverez dans l'estime de tous vos concitoyens.

En vous offrant le tribut de mes leçons, je n'ai point eu pour objet, comme on a cherché quelquefois à l'insinuer, de flatter votre orgueil, ni de vous rendre mécontents de votre état, ni de vous sortir de votre sphère, ni de vous appeler à des destinées qui ne semblent pas être les vôtres. Je ne l'ai point fait, parce que je suis votre ami, et parce que je veux offrir à votre ambition les seuls moyens qui ne soient pas impossibles.

Mais je me suis efforcé de vous montrer comment vous pouvez embellir le sort où vous a placés la fortune; comment vous pouvez ajouter à votre bien-être, en perfectionnant, en accroissant vos moyens de production; comment vous pouvez, par une ambition permise et sage, passer, avec votre talent, votre courage et votre activité, de l'indigence à l'aisance, et de l'aisance à la richesse, en concourant au progrès de notre industrie, en prospérant avec elle; comment vous pouvez, par l'exercice des vertus de votre état, trouver le bonheur modeste et non moins vif pour cela, qui donnera du

charme à votre situation ; comment vous pouvez accroître et soutenir votre considération, votre *respectabilité*, mot que je prétends faire passer dans notre langue, au moins pour exprimer la dignité de l'existence, dignité que je veux développer en vous ; comment vous pouvez, en appliquant les sciences à vos métiers, les élever au rang des arts, des arts libéraux, dont la profession soit un juste titre d'honneur. Voilà mes desseins, que j'avoue hautement, et que je poursuivrai sans relâche, aussi long-temps qu'il me sera permis de le faire.

Laissez-moi justifier l'espoir que j'ai conçu d'un grand bien à produire, en déroulant à vos yeux le tableau qui s'offre en perspective à mon espérance. Ne consultant que le désir de vous être utile, j'ai voulu tenter une grande expérience. J'ai voulu voir s'il était possible d'offrir à la classe ouvrière de la capitale, un enseignement grave par son sujet, abstrait par ses principes, compliqué par la multiplicité de ses applications. J'ai voulu voir si les beautés sévères de la science auraient quelque attrait pour une classe que, naguère, on jugeait à peine digne de connaître les plus simples éléments de la lecture et de l'écriture.

J'ose dire, messieurs, que l'expérience ainsi tentée, a réussi pleinement, sinon de mon cô-

té, au moins du vôtre. Vous avez clairement démontré que vous pourrez, dès que vous le voudrez, élever vos esprits à la hauteur de toutes les conceptions utiles qui sont enfantées par la géométrie et par la méchanique.

Des étrangers ont assisté souvent à nos réunions; et, chaque fois, ils ont remporté une plus haute idée de l'intelligence active, de la gravité décente, de l'attention forte, du besoin de connaître les vérités de la science, en un mot de toutes les qualités solides qu'ils étaient loin de soupçonner dans notre caractère national: ces qualités, vous leur en avez révélé l'existence, pour l'honneur de la population française.

De retour en leur pays, ces étrangers, remplis d'enthousiasme, ont redit, à leurs concitoyens, ce qu'ils avaient admiré dans le spectacle que vous leur avez offert; et leurs concitoyens, à ce simple récit, ont senti le besoin de marcher sur vos traces, d'acquérir aussi les richesses du savoir, et d'allier, pour la classe ouvrière, la connaissance des vérités générales, fournies par la science, avec leur application aux procédés des principales branches d'industrie. Voilà, messieurs, l'effet que vous avez produit sur les Italiens, sur les Belges, sur les Allemands; et jusqu'au fond

de la Pologne, votre ardeur a trouvé des émules : je le sais !

Mais un succès plus beau, plus utile à la patrie, et par conséquent plus cher à vos cœurs, c'est l'effet que vous avez produit sur les cités de la France qui rivalisent d'industrie avec la capitale.

Lyon s'est réveillée ! Elle n'a point voulu que sa classe ouvrière demeurât ignorante, quand celle de Paris pénétrait dans les sanctuaires de la science. Une école d'industrie doit être créée dans le sein de cette belle et riche cité ; et, pour récompenser mon zèle, bien plus que pour honorer mon faible mérite, j'apprends qu'on daignera me demander le plan de cette école.

Dans le département de la Nièvre, où j'ai reçu le jour, un ingénieur des ponts et chaussées, sorti de l'École Polytechnique, s'est empressé de répondre à l'appel que j'avais fait aux anciens élèves de cet établissement célèbre. Son cours s'est ouvert sous les auspices d'un sage magistrat, qui, dans la préfecture des Pyrénées orientales, avait déjà montré par des créations utiles et belles, son amour pour tous les établissements favorables aux progrès de la civilisation.

A Clermont, un autre préfet, plein de zèle

et de lumières, vient d'établir une école de dessin linéaire et de géométrie élémentaire: Afin, dit-il, de former des sujets dont l'élité puisse un jour venir prendre rang au milieu de vous, dans cette enceinte, et reporter en leur pays natal, le fruit des leçons que votre professeur vous expose.

La ville de Lorient veut instituer une pareille école; elle nous a demandé des vues à ce sujet, par l'organe de son maire et d'un ancien député, tous deux amis du bien public, de l'industrie et de la classe ouvrière.

Une association d'ingénieurs et de capitalistes, qui va fonder auprès de Lille un grand établissement d'industrie, se propose de faire les frais d'un professeur de géométrie et de méchanique appliquées aux arts. Ce professeur, formé, choisi parmi vous, donnera des leçons à Lille, la capitale d'un département qui se place au premier rang par sa population, sa richesse et son industrie.

Au moment où nous allions ouvrir notre cours, des manufacturiers de Bar-le-Duc s'adressèrent à nous, pour leur indiquer les moyens d'offrir à leurs ouvriers un enseignement pareil à celui que nous terminons aujourd'hui.

Les députés du Bas-Rhin veulent obtenir

également pour Strasbourg, la capitale de leur département, une instruction scientifique développée sur le même plan.

Des habitants du Haut-Rhin, doublement recommandables, et par leur généreux caractère, et par les grands progrès, par les vastes développements que leur doit l'industrie alsacienne, ont formé le même projet. Il en faut dire autant des fabricants les plus célèbres de Sédan, et de plusieurs autres villes.

S'il peut m'être donné de seconder ce beau mouvement, et de répondre à l'appel glorieux de tant d'hommes estimables pour leurs travaux, admirables pour leur noble patriotisme, j'éprouverai le sentiment le plus pur et le plus vif d'un bonheur dont la seule espérance suffit pour exciter mon zèle, doubler ma force, et m'élever au-dessus de moi-même.

Dès l'automne prochain, je reprendrai le cours que je termine aujourd'hui. Je le développerai beaucoup plus; il sera ma seule pensée, ma seule occupation, jusqu'à l'instant où je l'aurai conduit à terme. A mesure que j'expliquerai mes leçons, je les publierai tout entières, par cahiers séparés, ayant chacun ses figures. Une rétribution modique suffira pour que l'ouvrier se procure, une à une, ces leçons, dont l'ensemble composera le

système d'enseignement qui peut vous être utile.

Je veux particulièrement, dans le cours de l'année prochaine, former de jeunes professeurs qui puissent propager le nouvel enseignement dont vous venez d'assurer le succès.

Pour encourager les villes de la France à quelques sacrifices en faveur de ces jeunes sujets; pour les encourager eux-mêmes dans leurs études, voici ce qu'on fera, voici ce qu'on dira :

On rangera toutes les villes qui demanderont des professeurs, suivant l'ordre des avantages pécuniaires ou autres qu'elles présenteront. On rangera les candidats au professorat suivant l'ordre de leur mérite, de leur intelligence, de leur zèle et de leur activité. A la ville la plus généreuse de toutes, on donnera le premier sujet; à la ville la plus généreuse ensuite, on donnera le second sujet; on descendra par degrés semblables, suivant cette double échelle de mérite et de récompense.

Aux villes, on dira d'avance : Offrez un juste prix aux services que vous réclamez pour votre industrie; car plus vous offrirez, et plus votre rang aura d'avantages dans la liste sur laquelle on doit choisir pour vous des sujets classés d'après leur seul mérite. Aux jeunes

gens, on dira : Travaillez; soyez pleins d'ardeur, d'attention, de dévouement pour la science et l'industrie. Distinguez-vous à l'envi. Il y va de votre honneur et de votre intérêt; car plus vous vous élèverez parmi vos rivaux, plus riche sera votre récompense; plus grande, plus honorable sera la place qui vous attend; plus peuplée, plus industrieuse et plus opulente sera la cité dans laquelle vous devrez expliquer vos leçons, fonder votre renommée, et créer votre fortune.

Que les jeunes gens, depuis 18 jusqu'à 25 et même jusqu'à 30 ans, qui désirent entrer dans la carrière qu'on va leur ouvrir, se préparent donc par une étude forte et soutenue, jusqu'au moment où mon cours s'ouvrira de nouveau; qu'ils étudient bien la géométrie élémentaire et la géométrie descriptive; qu'ils étudient la statique; qu'ils viennent souvent au Conservatoire, examiner, comparer les machines, et s'habituer à comprendre le jeu, les effets, les rapports de résistance et de puissance, les pertes de frottement, de choc, etc. Mieux ils seront préparés, plus ils seront aptes à bien suivre mes leçons et à devenir promptement d'habiles professeurs.

En ouvrant mon cours, j'avais formé le vœu de voir enseigner pour vous la géo-

métrie descriptive.* M. Gauttier, ancien élève de l'École Polytechnique, et professeur au Conservatoire, s'empresse de répondre à ce désir; il me remplacera les mercredis dans cette enceinte; il vous expliquera les principes, les constructions d'une science qui peut, qui doit rendre, et qui même a déjà rendu les plus signalés services à notre industrie.

Je suis fâché que d'autres devoirs ne me permettent pas de donner à mes leçons, cette année, un développement plus étendu. Mais je dois quitter incessamment la capitale, et j'ai besoin de quelques jours pour mettre en ordre les matériaux de mon nouveau voyage. Je vais traverser la France dans toute sa longueur, et parcourir nos deux côtes de la Méditerranée et de l'Océan. Quoique l'objet de ce voyage se rapporte surtout aux travaux de la marine militaire, je ne resterai pas spectateur inattentif des travaux importants et variés que m'offrira l'industrie civile, à Lyon, à Saint-Étienne, à Marseille, à Nîmes, à Toulouse, à Bordeaux, à Nantes, à Rouen, et dans beaucoup d'autres villes. Si je puis à la fois servir cette industrie par quelques vues et par

* Voyez le même vœu reproduit dans le treizième discours; *Résumé général des applications de la géométrie*, p. 210.

quelques conseils, acquérir en même temps la connaissance d'applications nouvelles, variées, importantes, pour enrichir le cours que j'ouvrirai l'automne prochain, je croirai, Messieurs, ne vous avoir pas négligés dans mon absence. Puissé-je, à mon retour, me présenter devant vous plus capable de vous être utile, parce que j'aurai gagné quelque nouvelle expérience, et non moins flatté par l'espoir de retrouver en vous la même affection pour moi, parce que j'aurai gardé pour vous le même zèle et le même dévouement.

Je ne terminerai point ce discours sans offrir le tribut de ma reconnaissance pour l'intérêt tout-puissant que de hauts fonctionnaires ont pris à votre instruction, à vos progrès; et sans leur présenter l'hommage de ma gratitude, pour le dessein généreux qu'ils ont formé de seconder, par des secours publics et par des mesures efficaces, la propagation d'un enseignement pareil, dans nos cités de l'intérieur et dans nos villes maritimes. Mais je craindrais de sembler indiscret en m'expliquant davantage. Attendons que le temps fasse paraître les actes publics qui donneront à leurs auteurs un droit durable à l'estime, à l'affection de tous les bons Français.

Enfin, Messieurs, s'il peut m'être permis de

répondre par un auguste suffrage, à la censure des hommes qui voient avec un œil chagrin, toute instruction nouvelle, et qui traitent en coupable tout homme qui la professe, j'oserai vous dire qu'à deux reprises, en exposant au prince que je désigne assez en l'appelant Le Courageux et Le Modéré, les bienfaits d'un enseignement destiné pour la simple classe ouvrière, j'ai fait battre le cœur de ce bon prince, comme battait le cœur du plus illustre de ses ayeux, et du plus populaire, à la seule pensée d'un nouveau bonheur pour le peuple; alors sa bouche exprimait, en nobles paroles, un vœu digne d'amour, pour que les présents du savoir fussent partout offerts aux artisans, dans nos cités industrieuses. Puissions-nous, ô Prince, accomplir vos espérances, et par-là vous offrir un gage nouveau de notre vive et durable reconnaissance!

FIN DU SECOND VOLUME.

TABLE DES MATIERES.

pages.

Neuvième discours, prononcé dans la séance générale d'ouverture du nouvel enseignement des sciences appliquées aux arts, le 2 décembre 1820, *Introduction au cours de méchanique appliquée aux arts.*

Dixième discours, prononcé le 8 janvier 1822, pour l'inauguration de l'amphithéâtre du conservatoire des arts et métiers, *sur l'État de l'industrie, dans la monarchie française*. 44

Onzième discours, prononcé le 27 novembre 1823, pour la reprise du cours de méchanique appliquée aux arts, professé dans le conservatoire des arts et métiers. *Progrès de l'industrie française, depuis le commencement du dix-neuvième siècle*. 71

Avantages sociaux d'un enseignement public appliqué à l'industrie, en réponse aux observations de la commission du budjet de 1825, faites dans son rapport à la chambre des députés; (écrit à Londres en juillet 1824, et publié aussitôt après, à Paris.) 124

Douzième discours, prononcé dans l'amphithéâtre du conservatoire royal des arts et métiers, le 11 novembre 1824. *Introduction d'un nouveau cours de géométrie et de méchanique appliquées aux arts*, à l'usage des ouvriers, des sous-chefs et des chefs d'ateliers et de manufactures. 149

Hommage aux anciens élèves de l'École Polytech-

pages.
nique. 151
Avis aux manufacturiers et aux chefs d'ateliers. . . 153
Texte du douzième discours. 161
Treizième discours, prononcé dans l'amphithéâtre du conservatoire des arts et métiers, le 22 décembre 1824, *Résumé général des applications de la géométrie aux arts*. 210
Programmes du cours de géométrie et de mécanique appliquées aux arts, à l'usage des chefs, des sous-chefs d'ateliers et de manufactures, et des artistes, ouvert au conservatoire des arts et métiers. 245
Première leçon. *Introduction.* (Voyez le douzième discours, page 161.)
Deuxième leçon. *Méchanique de l'espace.* 247
Troisième leçon. *Du cercle et des mouvements circulaires*. 250
Quatrième leçon. *Sur la proportion des figures*. . . . 256
Cinquième leçon. *Des surfaces*. 262
Sixième leçon. *Surface du cercle, du cylindre, etc.* . 268
Septième leçon. *Cône et sphère; surfaces développables, etc. Résumé général des applications de la géométrie.* (Voyez le Résumé, treizième discours, page 210.). 275
Deuxième partie. *Méchanique.* Première leçon. Forces de l'homme. *Des forces sensitives : la vue.* 281
Deuxième leçon. *Du sens de l'ouïe considéré comme instrument de mesure*. 287
Troisième leçon. *Nouveau système de mesures.* . . . 293
Quatrième leçon. *Forces physiques de l'homme.* . . 299
Cinquième leçon. *Force des animaux.* 305
Sixième leçon. *Lois du mouvement.* 309
Septième leçon. *Suite des lois du mouvement.* 312

pages.

Huitième leçon. *Machines simples. Des cordes.* . . . 316

Neuvième leçon. *Machines simples. Le levier, etc.* . . 319

Dixième leçon. *Treuil ou cabestan.* 324

Onzième leçon. *Équilibre des corps sur des plans fixes : plans inclinés.* 328

Douzième leçon. *De la vis, etc.* 330

Quatorzième discours, prononcé le samedi 26 mars 1825, dans l'amphithéâtre du conservatoire des arts et métiers, pour la clôture du nouveau cours de géométrie et de méchanique appliquées aux arts, ouvert en faveur de la classe ouvrière. *Résumé général des applications de méchanique.* . . . 333

FIN DE LA TABLE DU SECOND VOLUME.

Ouvrages publiés par l'auteur, et qui se trouvent chez BACHELIER, *libraire.*

Voyages dans la Grande-Bretagne :

Première partie. *Force militaire*, 2 vol. in-4°. avec atlas, 2e. édition, 1825, 25 fr.

Deuxième partie. *Force navale*, 2 vol. in-4°. avec atlas, 1821, 25 fr. (La 1re. édition est presque épuisée.)

Troisième partie. *Force commerciale*, Travaux publics des Ponts et Chaussées, Ports de commerce, etc. 2 vol. in-4°. avec atlas. 1824, 27 fr.

Système de l'Administration britannique, en 1822, considérée sous les rapports des finances, de l'industrie, du commerce et de la navigation. Paris, 1823, in-8°., 3 fr.

Observations sur la puissance de l'Angleterre et sur celle de la Russie, au sujet du parallèle établi par M. de Pradt, entre ces puissances. Seconde édition. Paris, 1824, 1 fr. 50 c.

Réponse au discours de mylord Stanhope, sur l'occupation de la France par l'armée étrangère; imprimée à Londres et à Paris, 1818.

Examen des travaux de César au siége d'Alexia, œuvre posthume de Léopold Vaccà Berlinghierri, avec la vie de cet auteur, par Ch. Dupin; in-8°., 1812, 3 fr.

Essais sur Démosthènes et sur son éloquence, contenant la traduction des Olynthiaques, avec le texte en regard, et suivis de considérations sur l'éloquence de l'orateur athénien, in-8°., 1814, 4 fr.

Lettre à milady Morgan, sur Racine et Shakespeare, in-8°., 1818, 2 fr. 50 c.

Discours académiques. Les discours un, deux, trois, cinq et neuf, ne se trouvent plus séparément.

Quatrième discours. *Progrès des Sciences et des Arts de la Marine française, depuis la paix*, in-8°., 1820, 1 fr. 25 c.

Sixième discours. *Considérations sur les avantages de l'Industrie et des machines, en France et en Angleterre*, in-8°., 1821. 1 fr. 25 c.

Septième discours. *Influence du Commerce sur le savoir, sur la civilisation des peuples anciens, et sur leur force navale*, in-8°., 1822, 1 fr. 50 c.

Huitième discours. *Du Commerce et de ses travaux publics, en Angleterre et en France.* Paris, in-8°., 1823, 1 fr. 50 c.

Dixième discours. *Inauguration de l'amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers*, in-8°., 1822, 1 fr. 25 c.

Onzième discours. *Progrès de l'Industrie française depuis le commencement du 19e. siècle.* Paris, in-8°., 1824, 1 fr. 50 c.

Avantages sociaux d'un enseignement public appliqué à l'industrie, etc., 1824, 1 fr.

Douzième discours. *Introduction d'un nouveau Cours de géométrie et de méchanique appliquées aux arts en faveur de la classe ouvrière*, Paris, in-8°, 1824, 1 fr. 50 c.

Treizième discours. *Résumé général des applications de géométrie du nouveau Cours, etc.* Paris, in-8°. 1825, 1 fr. 50 c.

Quatorzième discours. *Résumé général des applications de méchanique du nouveau cours de méchanique.* Paris, in-8°., 1825, 1 fr. 50 c.

Développements de Géométrie, avec des applications à la stabilité des vaisseaux, aux déblais et remblais, au défilement, à l'optique, etc., pour faire suite à la Géométrie descriptive et à la Géométrie analytique de Gaspard Monge, in-4°., 1813, 15 fr.

Applications de Géométrie et de méchanique à la Marine et aux Ponts et Chaussées; pour faire suite aux *Développements de Géométrie*, in-4°. Paris, 1822, 15 fr.

Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge, in-8°. et in-4°., 1819, 4 fr. 50 c. et 7 fr. 50 c.

Rapport sur le mémoire de M. Navier, sur les ponts suspendus, 1823, 1 fr.

Rapport fait à l'Académie des sciences, sur les avantages, sur les inconvénients et sur les dangers des machines à vapeur, dans les systèmes de simple, de moyenne et de haute pression, in-8°, 1823, 1 fr.

Analyse du Tableau de l'Architecture navale aux dix-huitième et dix-neuvième siècles, in-4°., 1815, 1 fr. 50 c.

Du rétablissement de l'Académie de Marine, in-8°., 1815, 1 fr. 50.

Mémoires sur la Marine et les Ponts et Chaussées de France et d'Angleterre, contenant deux relations de voyages faits par l'auteur dans les ports d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, durant les années 1816, 1817 et 1818; la description de la jetée de Plymouth et du canal Calédonien, etc., in-8°., 1818. (*L'édition est épuisée.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN, RUE RACINE, N°. 4, — PLACE DE L'ODÉON.

00027221

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 16 January, 2016